Jahrbuch der Naturkunde

Sechster Jahrgang 1908

KARL PROCHASKAS ILLUSTR. JAHRBÜCHER

Von Herm. Berdrow



Verlag und Druck von KARL PROCHASKA ▵ Leipzig ▿ Wien ▿ Teschen

Preis 1 Mk. 50 = 1 K 80



THE D. H. HILL LIBRARY
NORTH CAROLINA STATE COLLEGE
THE FRIEDRICH F. TIPPMANN
ENTOMOLOGICAL COLLECTION

Fortsetzung am Schluße des Buches.

Illustriertes Jahrbuch
der Naturkunde
Sechster Jahrgang.



Der reſtaurierte Diplodocus.

Prochaskas Illustrierte Jahrbücher

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Sechster Jahrgang 1908 Von H. Berdrow



Leipzig
Königstraße 9/11.

Karl Prochaska in Teschen

Wien
Kumpfg. 7.

Inhaltsverzeichnis.*)

---

*) Denjenigen Herren, die mich durch Übersendung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten zu unterstützen die Freundlichkeit hatten, spreche ich auch hier ergebenst meinen Dank aus. Herm. Berdrow.

Alphabetisches Sachregister.



Die große Augusta-Brücke. White Cañon Utah. Spannweite 105 m Höhe 145 m, Breite der Brücke 10 m.

Unser Sonnensystem.

(Astronomie und Meteorologie.)

Himmlische Fernzündung. * Martier und kein Ende. * Die Zwerge und Pygmäen der Sonnenwelt. * Geburtsstätte und Ausbildung des Mondes. * Das Wetter.

Himmlische Fernzündung.

Ein normwidriges Wetter hat im Jahre 1907 Europa heimgesucht. Nachdem bis zum September die Gegenden nördlich vom Alpenrande unter wolkenschwerem Himmel, unablässigen Niederschlägen, Gewitter, Sturm und Kälte gelitten, wandte sich der Regengott dem Süden zu und verwüstete Italien, Spanien, Südfrankreich und einzelne Alpenlandschaften durch unerhört heftige Güsse und daraus hervorgehende Überschwemmungen. Diesen Erscheinungen gegenüber erscheint die Frage nach den Ursachen solcher Wetterkatastrophen ebenso berechtigt, wie schwierig zu beantworten. Der Blick des Astronomen wendet sich der Sonne zu, die im vergangenen Jahre ein nicht weniger normwidriges Verhalten gezeigt hat als die irdische Witterung.

Vor allem scheint das fortgesetzte Auftreten von Sonnenflecken nicht ohne Einfluß auf das Wetter gewesen zu sein. Es ist, als ob von diesen Trübungen des Sonnenballes, die oft gar nicht so vergänglicher Natur sind, sondern mehrere Umdrehungen des Sonnenballes überstehen, gewaltige, uns noch geheimnisvolle Kräfte ausstrahlen, die auf Erden meteorologische Erscheinungen der verschiedensten Art auslösen, also eine richtige Fernzündung darstellen. Zündung sogar im wörtlichen Sinne! Denn W. Krebs hält*) diese spezifische Sonnenstrahlung auch für eine der Ursachen, die jene in den letzten Jahren so häufig vorgekommenen großen Explosionen hervorgerufen haben. Am 12. März 1907 ereignete sich die Explosion auf dem Schlachtschiffe Jena im Hafen von Toulon. Die vorbereitende Ursache war hier wohl die Zersetzung der alten Pulvervorräte. Ätherdämpfe, die sich aus diesen entwickeln sollen, bilden, mit Luft gemischt, ein leicht entzündliches, an sich schon explosiv wirkendes Gemenge. Die Mischung muß ein bestimmtes Dichteverhältnis erreichen; für die dazu nötige Steigerung der Zersetzung sowie für die Zündung müssen aber auslösende Gelegenheitsursachen angenommen werden. Diese scheinen nun nicht nur in der Wärmewirkung der Sonne, die um drei Uhr am größten ist, sondern auch noch in besonderen Strahlungsverhältnissen gegeben, welche die Wärmewirkung der direkten Sonnenstrahlung erhöhten und außerdem der Erde ganze Bündel anderer, chemisch und elektrisch besonders wirksamer Strahlungsarten zugehen ließen. Am 12. März 1907 zeigte sich erhöhte Sonnentätigkeit durch zwei Fleckengruppen, deren eine in geringer Entfernung vom Sonnenäquator das Zentralgebiet passierte. Die großen Flecken hatten sich vom 8. bis 10. Fe-

*) Das Weltall, 7. Jahrg. (1907), Heft 22.

bruar 1907, zur Zeit starker magnetischer Störungen und Nordlichterscheinungen, aus kleinen Anfängen bis zur Sichtbarkeit für das bloße Auge entwickelt, außerdem vollzog sich vom 11. zum 12. März noch die Bildung einiger kleinerer Flecken in ihrem näheren Bereiche. Es befand sich also an dem verhängnisvollen 12. März ein Bereich erhöhter Sonnentätigkeit unweit südlich der unserer Erde zugekehrten Kuppelwölbung des Sonnenballes.

Ein ähnliches Zusammentreffen gesteigerter Sonnentätigkeit mit katastrophenartigen Zufällen läßt sich für die Explosion des brasilianischen Schlachtschiffes Aquidaban am 21. Januar 1906 und für die schwere und rätselhafte Dynamitexplosion



Sonnenkorona. Zeitaufnahme (5—6 Sekunden).

von Homestead bei New York, am 3. März 1907 zwischen 12 und 1 Uhr mittags, annehmen. Ob auch die Explosion der Pulverfabrik zu Fontanet im Staate Indiana Mitte Oktober 1907 und andere in ihren Ursachen unaufgeklärte Katastrophen mit erhöhter Sonnentätigkeit zusammenfallen, bedarf weiterer Untersuchungen. Die vom Direktor der Treptow-Sternwarte Dr. Archenhold am 12. September 1907 beobachteten fünf Gruppen von Sonnenflecken, auf deren mittlerer und größter allein 52 Kerne sichtbar waren, darunter zwei von Höfen eingehüllt, die allein dreimal so groß als unsere Erde sind, zeigen, daß sich diese erhöhte Sonnentätigkeit bis in den Herbst des Jahres erstreckt hat.

Eine weitere Ursache veränderter Sonnenstrahlung sieht W. Krebs mit dem Schweizer Meteorologen O. Marti*) in planetaren Strahlungen. Letzterer hat seit mehr als 20 Jahren Beeinflussungen der Sonnentätigkeit erkannt, die vornehmlich auf die äußeren Planeten zurückzuführen sind, deren größere ein eigenes Leuchten zu besitzen scheinen. Die Leuchtkraft dieser Planeten oder ihrer Atmosphären ist von dem englischen Astronomen J. E. Gore neu berechnet und mit derjenigen des Mars in Vergleich gesetzt; danach besitzen Jupiter und Uranus die 2·9fache, Neptun die dreifache, Saturn sogar die 5·5fache Albedo (ausgestrahlte Lichtstärke) des Mars.

*) Jahrb. der Naturk., 3. Jahrg., S. 65.

In unserer nun anhebenden Epoche der Radiumforschung liegt unter diesen Umständen die Wahrscheinlichkeit vor, daß diese Strahlung auf die wetterbestimmende Sonnentätigkeit rückwirkt. Marti hat denn auch den Einfluß dieser planetarischen Strahlung, besonders bei bestimmten Stellungen oder Konjunktionen zweier Planeten, ganz gut nachweisen können. Die Konjunktionen Venus-Jupiter, Merkur-Saturn, Merkur-Uranus ließen sich in den Sturm-, Gewitter- und Niederschlagsverhältnissen erkennen. Ob nun diese Auslösung meteorologischer Erscheinungen bei uns indirekt durch Anregung der Sonnenstrahlung oder direkt durch Einfluß der Planetenkräfte auf das Erdwetter geschieht, muß die weitere Forschung ergeben.

Auch W. Krebs hat mit Hilfe der Martischen Konjunktionen Vorausbestimmungen des Wetters versucht. Er prophezeite z. B. für die den Pfingsttagen 1907 vorangehende Woche und für diese Tage selbst ausgebreitete Niederschläge, eine Vorhersage, die sich nur zu prompt bestätigte. Eine ähnliche Steigerung der Niederschläge folgte in Süddeutschland und Österreich dem Merkur-Uranus-Termin vom 27. Mai und in ganz Mitteleuropa dem Merkur-Saturn-Termin am 31. Mai 1907. Besonders im Süden Mitteleuropas waren sie mit Gewitter und Stürmen verknüpft.

Eine weitere Form der himmlischen Fernzündung stellen die elektrischen Ungewitter dar, die durch die Störung vom 9. und 10. Februar 1907 vorzüglich veranschaulicht werden. Das heftigste magnetische Ungewitter seit dem 31. Oktober 1903 nennt „Cosmos" diese ausgedehnte magnetische Störung.*) Man hat sie ebenso in Frankreich wie in England beobachtet, wo am Observatorium zu Kew die Nadel erst 57 Grad gegen West, dann 73 Grad gegen Ost abwich; in den französischen Stationen des Pic du Midi und im Parke St. Maur waren die Ausschläge der Magnetnadel noch beträchtlicher. An dem gleichzeitig auftretenden großen Nordlichte war vor allem seine Dauer merkwürdig; es schleuderte seine Flammenblitze von 6 Uhr abends bis Mitternacht. Zwischen 6 und 11 Uhr abends ist das mit den Februarflecken zusammentreffende Nordlicht auch in England, Belgien, Eydtkuhnen in Ostpreußen, verschiedenen pommerschen Städten, wie Stralsund, Loitz u. a., gesehen worden. Es scheint an Größe und Helligkeit dem Nordlichte vom 9. September 1898 gleichzukommen, das ebenfalls mit einem großen Sonnenfleck in Verbindung zu bringen ist. Gleichzeitig mit dem Nordlichte wurden an vielen Orten erdmagnetische Ströme beobachtet, die in den Telegraphen- und Telephonleitungen verschiedentlich Störungen verursachten. Nach einem Telegramm des Direktors der Breslauer Sternwarte, Prof. Dr. Franz, machte sich das magnetische Gewitter seit Sonnabend den 9. Februar, 4 Uhr nachmittags,

*) Cosmos, Revue des Sciences, Nr. 1152.

durch Erdstöße in den Telegraphenlinien von den Azoren über Spanien nach Nordwestdeutschland bemerkbar, seit $5^3/_4$ Uhr auch in der Richtung von Hamburg nach Schweden und Norwegen sowie nach England. Die Magnetnadeln wurden hienach in Deklination wie Inklination zu anormalen Ablenkungen gezwungen.

Die Ursache dieser Erscheinungen waren die gewaltigen Sonnenflecken, deren Auftreten im Jahre 1907 um so mehr in Erstaunen setzt, als der Berechnung nach ihr Höhepunkt oder Maximum schon im Jahre 1905 hätte überschritten sein sollen. Nach den Beobachtungen verschiedener Meteorologen und Astronomen, von denen wir E. Stephani*) und A. Krziž**) folgen, war die Sonne am 16. Juni 1906 gänzlich fleckenfrei, das erstemal seit dem 30. Juli 1905; dann aber trat schon am 3. Juli 1906 ein gewaltiger Fleck von 76.000 Kilometern Durchmesser auf, wonach bis zum 18. August verhältnismäßige Ruhe eintrat. Am 23. aber beginnt fast plötzlich eine so energische Fleckenbildung, daß eine der aus einem Gewirr von Einzelflecken ohne namhafte Größe bestehenden Gruppen eine Länge von 198.000 Kilometern erreicht. Dann trat abermals ein Rückgang ein, bis am 29. Dezember 1906 etwas nördlich vom Sonnenäquator wieder ein Fleckenpaar anfging, nachdem hier tags zuvor mächtige Fackelgruppen erschienen waren. Am 3., 13. und 18. Januar bei bewölktem Himmel wurden Flecken für kurze Zeit sichtbar; am 29. Januar 1907 wurde eine Fleckengruppe photographiert, die sich, als die Sonne am 5. Februar durch Wolken sichtbar ward, enorm vergrößert hatte: der größte Fleck besaß 53.000 Kilometer Durchmesser. Daneben zeigten sich verschiedene neue große und kleine Gruppen, so daß die Sonne einen prachtvollen, überwältigenden Anblick bot, besonders am 11. Februar, als die ganze Scheibe von einer Reihe großer Flecken überspannt war. Diese Fleckenfülle hat anscheinend, wie oben berichtet ist, auf den Erdmagnetismus mächtig gewirkt.

Gleichzeitig beobachtete Stephani eine erhebliche Zunahme der chemischen Strahlen in der Sonnenstrahlung. Obwohl er beim Photographieren alle Mittel anwandte, um die Lichtfülle zu dämpfen, waren die Platten sämtlich stark überlichtet und mußten abgeschwächt werden. Diese Zunahme der chemischen Intensität der Sonnenstrahlen hat Stephani jedesmal bemerkt, wenn eine im Wachsen begriffene größere Fleckengruppe die Mitte der uns zugekehrten Sonnenhälfte überschritt.

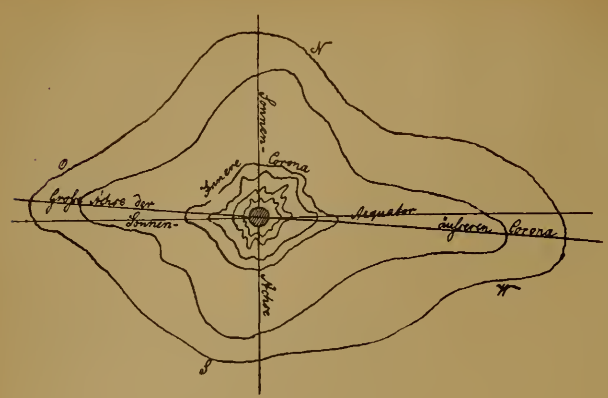
Eine Vermutung über die uns noch ziemlich unerklärliche Entstehung der Sonnenflecken hat Don Horacio Bentabol y Ureta aus Madrid in einer an die Redaktion der englischen Zeitschrift „Nature" gerichteten Abhandlung ausgesprochen.***) Er ist der Ansicht, daß die Flecken nebst anderen damit zusammenhängenden Erscheinungen durch das Hineinstürzen von Meteoriten in die Sonnenmasse verursacht werden, eine Annahme, die nicht begründet zu sein scheint. Leider geht die „Nature" auf seine Abhandlung als zu umfangreich nicht weiter ein.

*) Mitteil. der Vereinig. von Freunden der Astron., 17. Jahrg. Heft 6.
**) Das Weltall, 7. Jahrg., Heft 5.
***) Nature, Nr. 1940, S. 231.

Die Sonnentätigkeit sieht J. Fényi S. J.*) auch für eine Ursache der neuerdings entdeckten großen Inversion in der Erdatmosphäre an. Im allgemeinen nimmt die Temperatur der Atmosphäre nach oben hin ab, und die bei Ballonaufstiegen häufig angetroffenen Schichten von einigen hundert Metern Dicke, die höhere Temperatur aufweisen als die darunter liegenden, sind nur örtlich beschränkte Erscheinungen, über denen in größerer Höhe die normale Temperaturabnahme wieder zur Geltung kommt. Dagegen nimmt in mehr als 11 Kilometer Höhe die Temperatur wieder zu, und diese von Teisserenc de Bort entdeckte Umkehrung, die große Inversion, unterscheidet sich von den niedrigeren schon dadurch, daß sie in der Regel angetroffen wird, so oft der Registrierballon überhaupt Höhen von etwa 14 Kilometern überschreitet. Sie ist eine allgemeine Erscheinung, die nicht auf zufällige meteorologische Umstände, sondern auf eine allgemeinere Ursache zurückgeführt werden muß. Eine zweite ebenso bedeutungsvolle Eigentümlichkeit besteht darin, daß sie sich nicht bloß auf einige hundert Meter erstreckt, um dann der normalen Abnahme wieder Platz zu machen, sondern bis zur größten Höhe anhält, die der Ballon überhaupt erreicht, wobei die Temperatur noch überdies zuzunehmen pflegt. Dieser merkwürdige Umstand ist erst neuestens durch die geniale Anwendung der Gummiballons, die im Aufsteigen selbst größer, also auch leichter werden und so zu außerordentlichen Höhen emporsteigen, sichergestellt.

Ein Ballon dieser Art, der am 3. August 1905 in Straßburg aufgelassen wurde, erreichte eine Höhe von 25.800 Metern. Auch seine Aufzeichnungen enthüllten das Dasein zweier großer übereinander gelagerter Luftschichten, die sich durch ihre Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse streng unterschieden. In der unteren Schicht nahmen Wärme und Wassergehalt mit zunehmender Höhe ab, in der oberen blieben sie fast konstant. Das Kälterwerden hielt bis 14.490 Meter an, wo die Thermometer — 62° C anzeigten. Darüber hinaus begann die Inversion, es folgten immer wärmere Schichten: bei 15.000 Metern — 58°, bei 19.000 — 49°, bei 22.000 nur noch — 47°. Am höchsten Punkte des Aufstieges waren nur noch — 40°, d. h. die Temperatur übertraf die in der Höhe von 14.490 Metern herrschende um 22° C. Die Luftfeuchtigkeit betrug, bei einem Feuchtigkeitsgehalte von 88 am Erdboden, in 4950 Meter Höhe nur noch 29 Prozent, um dann wieder zu steigen. Bei 7000 Metern war sie auf 45 gelangt und blieb nun bis zu den höchsten Höhen fast stationär. Jeder neue Aufstieg von Registrierballons bestätigt diese Erscheinung. Ein vom belgischen meteorologischen Dienste am 5. September 1907 aufgelassener Ballon, der fast 26 Kilometer Höhe erreichte (weniger 11 Meter), verzeichnete dort einen Barometerdruck von 17 Millimetern. Die größte Kälte herrschte in der Höhe von 12.900 Metern, nämlich — 62°, in der höchsten Höhe waren nur 47° Kälte. Ein vom

*) Meteorol. Zeitschr., Bd. 24 (1907), Heft 8.



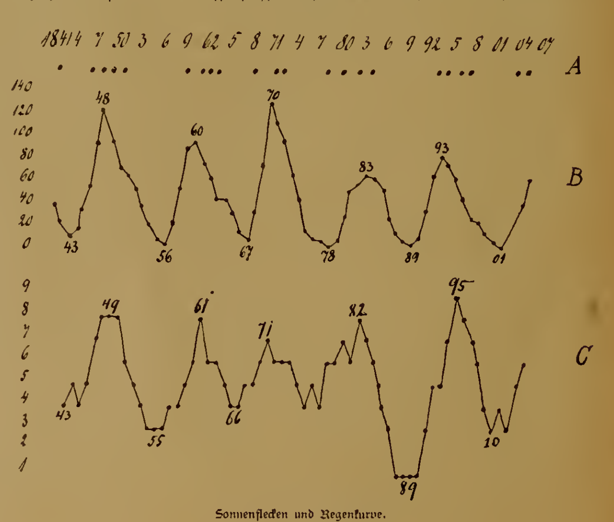
Bereich der Sonnenkorona (nach Th. Moreux).

Schweizer meteorologischen Zentralinstitut entsandter Ballon verzeichnete in Höhe von 20.300 Metern eine Temperatur von — 44°, in 11.700 Meter jedoch noch — 50° C.

Woher, fragt man sich, eine so kolossale Temperaturzunahme bis zu den äußersten Höhen, wo der Barometerstand noch unter 20 Millimeter hinuntergeht? Fényi weist, was ja auch nicht schwierig ist, zunächst nach, daß wir nicht an eine warme Strömung denken dürfen, welche in den heißen Gegenden aufgestiegene Luft beständig nach den äußersten Höhen abführe. Die unteren Wärmequellen erweisen sich, worauf wir hier nicht näher einzugehen brauchen, sämtlich als ungenügend zur Erklärung der großen Inversion. Wir müssen die Wärmequelle im Weltraum suchen.

Hier bietet sich eine solche, indem wir eine von der Sonne ausgehende dunkle Strahlung annehmen, die schon von den höchsten Schichten unserer Atmosphäre sehr stark oder völlig aufgesogen wird. Diese Strahlung, mag sie auch im Verhältnis zur Gesamtstrahlung der Sonne geringfügig sein, genügt, wenn sie von den obersten Schichten vollständig absorbiert wird, zu deren Erwärmung. Die Physiker wissen längst, daß die Strahlen des ultravioletten Spektrums, etwa von 200 $\mu\mu$ Wellenlänge*), von der Luft fast völlig absorbiert werden, und die äußersten Gebiete werden nachgewiesenermaßen vollständig absorbiert. Daß solche Strahlen auch von der Sonne, die ja doch alle möglichen Strahlenarten aussendet, ausgehen, läßt sich wohl kaum bezweifeln; fraglich bleibt nur, ob sie auch bis zu den äußersten Schichten unserer Atmosphäre gelangen oder nicht etwa schon von der Sonnenatmosphäre vollständig verschluckt werden. Ersteren Falles müßte die Energie des ultravioletten Teiles der Sonnenstrahlung in den zwölf Stunden der Einstrahlung genügen, um der Ausstrahlung jener Schichten in 24 Stunden bei dem angenommenen Temperaturunterschiede das Gleichgewicht zu halten.

Besonders die Sonnenflecken könnten derartige, bis zur äußersten Erdatmosphäre dringende Strahlen liefern. Diese Annahme gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß die Aktinometermessungen zur Zeit des Maximums u. Minimums der Flecken keinen Unterschied in der Strahlung erkennen lassen, während dann doch vor allem ein solcher sich offenbaren müßte. Bei Annahme solcher dunklen Strahlung, die nur zur Zeit der Fleckenmaxima ausgesandt wird, ist es hingegen erklärlich, daß durch Erwärmung der obersten Atmosphäre auch die Temperatur der Erdoberfläche steigt sowie auch andere meteorologische Elemente beeinflußt werden, ohne daß die Instrumente in der direkten Strahlung der Sonne irgend einen Unterschied aufweisen. Daß zur Zeit eines Sonnenfleckenmaximums gewisse Strahlen neu ausgesendet oder verstärkt werden, ist angesichts des Aufruhrs, der zu solcher Zeit auf der Sonne beobachtet wird, schon an sich nicht unwahrscheinlich. Diese Annahme wird aber dem Verständnisse noch näher gebracht, wenn wir beobachten, daß zur selben Zeit auch die gewaltigsten Ausbrüche auf der Sonne stattfinden, durch welche Massen von ungeheuerem Umfang weit über die Wasserstoffatmosphäre hinauf in den Himmelsraum



Sonnenflecken und Regenkurve.

*) 1 $\mu\mu$ = 0,001 μ (Mikron) oder = 1 Milliontel Millimeter, bildet die Einheit für die Messung der Wellenlänge des Lichtes.

geschleudert werden. Diese wären sehr wohl in der Lage, Strahlen auszusenden, die bei normaler Sonnentätigkeit die Wasserstoffhülle nie durchdringen, also auch die Erde nicht erreichen können. Zur Bestätigung dieser Hypothesen Fényis werden sich jedenfalls auch besonders dafür ausgerüstete Registrierballons als sehr nützlich erweisen.

Einen interessanten Zusammenhang zwischen dem periodischen Auftreten der Sonnenflecken und frühen Frühlingen hat Alex. B. MacDowall festgestellt.*) Frühzeitig nennen wir einen Frühling dann, wenn bereits die Monate Februar und März zu warm sind, d. h. wenn ihre Mitteltemperatur über dem Normalen liegt.

In Greenwich findet man seit dem Jahre 1841, also in 66 Jahren, 22 solche Fälle. Verzeichnet man sie nach ihrem zeitlichen Auftreten durch Punkte in einer Reihe (s. Figur, A) und setzt man darunter die Kurve der Sonnenflecken (B), so zeigt sich, daß die frühzeitigen Frühlinge zur Zeit der Fleckenmaxima häufiger erscheinen als zur Zeit der Minima.

Bezeichnet man ferner jedes Jahr mit 2, 1 oder 0, je nachdem Februar und März zu warm waren, oder nur einer der beiden Monate, oder aber keiner von ihnen, und gleicht man die so erhaltene Zahlenreihe mit Fünfersummen aus, so erhält man eine Kurve (C), die eine gute Übereinstimmung mit der Sonnenfleckenkurve B zeigt. Der Anblick der Kurve beantwortet die Frage, wieviel Februar- und Märzmonate in den Pentaden 1841—45, 1842—46 usw. zu warm waren.

Martier und kein Ende.

Der Kampf um die Existenz der von manchen Forschern wegen der künstlichen Marskanäle angenommenen Marsbewohner tobt in der Wissenschaft mit ziemlicher Heftigkeit fort. Kaum ist hier aus physiologischen Beobachtungen und Gründen (s. Jahrb. IV, S. 31) nachgewiesen, daß die Marskanäle nicht existieren und eine bloße Sinnestäuschung sind, so wird von der Gegenseite die photographische Platte zu Hilfe genommen und durch ihre Mitwirkung dargetan, daß die Kanäle genau so vorhanden seien, wie sie die hervorragendsten Marsforscher seit Jahrzehnten geschaut und aufgezeichnet haben.

Man kann das ganze Problem in zwei Unterfragen zerlegen. Erstens: ist überhaupt eine Bewohnbarkeit der Planeten wahrscheinlich? und zweitens: liegen Gründe vor, die uns nötigen, unsern Nachbar Mars für den Träger intelligenter Lebewesen zu halten?

Über die Bewohnbarkeit der Planeten spricht sich der Professor an der Universität zu Montpellier, Marcel Moye, aus,**) indem er, von den kleineren Planeten absehend, die Gruppen der inneren Planeten (Merkur, Venus, Erde, Mars) und der äußeren (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) gesondert betrachtet.

Merkur stellt sich vom biologischen Standpunkte aus als ein bewohnbarer (wir sagen nicht als bewohnter) Planet dar; denn gemäß unseren allerdings nur unvollkommenen Kenntnissen scheint er die drei zum Leben unbedingt erforderlichen Elemente, Wasser, Luft und Wärme, zu besitzen. Die Wärme muß nicht unbedingt zu groß sein, denn das Vorhandensein einer wolkigen Schicht in seiner Atmosphäre würde genügen, die Sonnenbestrahlung der Oberfläche dieses Planeten zu vermindern.

Auch über die Venus, den uns nächsten Planeten, wissen wir herzlich wenig. Nicht einmal, ob er in 24 Stunden um seine Achse schwingt, oder ob seine Umdrehungsdauer mit der Umlaufsdauer von 225 Tagen zusammenfällt, hat sich sicher feststellen lassen. Wäre die Rotation gleich der Umlaufszeit, so herrschten auf dem Planeten Verhältnisse, die dem organischen Leben daselbst wenig günstig wären, es jedoch durchaus nicht unmöglich machten. Allzu große Wärme ist auf der Venus nicht anzunehmen, denn sie scheint von einer dichten Wolkenhülle umgeben, die der Sonnenstrahlung ein erhebliches Hindernis darbietet.

Dem Monde fehlen, soweit uns zu urteilen möglich ist, Luft und Wasser, oder seine Atmosphäre ist wenigstens so fein, daß sie von uns unbemerkt bleibt. So bietet die Mondoberfläche jetzt den Anblick einer toten Welt, und es läßt sich auch nicht feststellen, ob sie früher einmal Schauplatz eines organischen Lebens war. Der Mond ist kleiner als die Erde und mußte sich daher rascher verbrauchen als diese. Wir wissen auch nichts von der früheren Anwesenheit einer Mondatmosphäre, noch zeigt seine Oberfläche Spuren ehemaliger Tätigkeit des Wassers. Alles dies spricht gegen die Wahrscheinlichkeit der Bewohnbarkeit unseres Trabanten. Und doch erinnern wir uns, daß ein Astronom von dem Rufe William E. Pickerings noch jetzt für ein vegetationsähnliches organisches Leben auf dem Monde spricht (s. Jahrb. II, S. 56).

Mars hat mehr Anspruch darauf, ein Lebensträger sein zu können. Seine Achsendrehung beträgt etwas mehr als 24 Stunden, die Jahreszeiten auf ihm gleichen ungefähr den irdischen, er besitzt eine Atmosphäre, die wahrscheinlich weniger dicht als die unsere ist, deren Zusammensetzung allerdings noch nicht ermittelt ist. Eine Zeitlang nahm man an, er entbehre des Wassers und die weißen Polkappen beständen aus gefrorener Kohlensäure. Auch schloß man aus der Entfernung des Planeten von der Sonne, daß es flüssiges Wasser daselbst nicht geben könne; indessen sind diese beiden Schlußfolgerungen als hinfällig erwiesen. Die mittlere Temperatur wird auf ihm etwas niedriger als auf der Erde sein. Übrigens nimmt man auf dem Mars Veränderungen von jährlicher und täglicher Periode wahr, die sich mit der Vorstellung eines ganz vereisten Weltkörpers schlecht vereinigen lassen. So werden z. B. in dem Maße, als der Polarschnee zusammenschmilzt, die dunklen Regionen der Marsoberfläche noch dunkler, gleichsam als wenn durch die Ankunft von Wasser dort eine ausgebreitete Vegetation schnell erwachte. Ebenso beobachtet man bisweilen an der Lichtgrenze des Planeten helle Hervorragungen, die sich am einfachsten deuten lassen, wenn man annimmt, daß es Wolken sind, die von

*) Meteorol. Zeitschrift 1907, Heft 2.
**) Gaea, Bd. 43 (1907), Heft 11.

der Sonne beschienen werden: ein neuer Beweisgrund für die Annahme, daß auf dem Mars Wasserdampf vorhanden ist. So führen alle bisherigen Wahrnehmungen zu dem Schlusse, daß dieser Planet unzweifelhaft zur Bewohnbarkeit geeignet ist, denn er besitzt sicherlich eine Atmosphäre, höchstwahrscheinlich Wasser und eine Temperatur ähnlich derjenigen unserer Erde.

Wenden wir uns zu den vier großen Planeten, so treffen wir zunächst auf den riesigen Jupiter. Er ist elfmal so groß wie die Erde, von sehr geringer Dichte, die kaum ein Viertel von der Erddichte beträgt und die des Wassers wenig übertrifft. Wahrscheinlich haben wir beim Jupiter nicht eine feste Kugel vor uns, sondern eine plastische, mit Flüssigkeiten und Gasen untermischte Masse. Diese Ansicht erscheint durch die Tatsache bestätigt, daß sich Jupiter nicht wie Erde und Mars als festes Ganzes um seine Achse dreht, sondern in verschiedenen Breiten eine verschiedene Rotationsgeschwindigkeit zeigt, nahe dem Äquator 9 Stunden 50 Minuten, an den Polen 6 Minuten länger. Wir sehen jedoch von diesem Planeten nur die wolkige Umhüllung, die seine Atmosphäre bis zu großen Höhen erfüllt; vielleicht ist er eine Art dunkle Sonne, an der Grenze des Glutzustandes stehend und noch beträchtliche innere Hitze bergend. Vielleicht ist er nichts als eine heißflüssige Kugel, deren Erkaltung sie künftig geeignet machen wird zur Beherbergung organischen Lebens, freilich erst in einer Zeit, wenn die Erde und ihre Geschöpfe schon erstorben sind. Das sind allerdings nur Vermutungen, jedoch keineswegs unwissenschaftliche. Besser geeignet zur Beherbergung animalischen Lebens erscheinen die größeren unter den sieben Monden Jupiters, von denen einer an Größe dem Mars nahekommt.

Die überaus geringe Dichte des Saturn führt zu der Annahme, daß seine Kugel bis jetzt noch nicht fest geworden ist und eine veränderliche Oberfläche besitzt. Mit seinem Ringsystem und seinen mindestens zehn Monden bildet er trotzdem das interessanteste Objekt innerhalb unserer Planetenwelt. Der anscheinend aus zahlreichen festen, meteoritenartigen Körperchen bestehende Saturnring, der gegenwärtig sehr schmal erscheint, zeigt nach einer Kunde aus Cambridge, Mass., zwei helle Lichtknoten östlich und symmetrisch dazu zwei westlich vom Planeten. Dasselbe soll mit dem 36zölligen Refraktor der Lick-Sternwarte beobachtet sein. Diese Lichtpunkte, die noch niemals gesehen wurden, bezeichnen offenbar die Ringpartien von größerem Querschnitt.

Unser Wissen von den beiden äußersten Planeten, Uranus und Neptun, ist so geringfügig, daß es müßig wäre, daran Spekulationen über die Möglichkeit organischen Lebens auf ihnen zu knüpfen.

Von den inneren Planeten ist die Erde mit Lebewesen bevölkert und ihre drei Schwesterplaneten könnten wahrscheinlich auch bewohnt werden; wenigstens wächst die Wahrscheinlichkeit dafür in dem Maße, als unsere Kenntnisse der Zustände auf jenen Planeten sich vervollständigen, wie es bezüglich des Mars der Fall war. Daß auch die anderen Planeten später einmal bewohnbar sein werden, ist ein Schluß, dem nichts entgegensteht.

Wir wenden uns nunmehr zur Beantwortung der zweiten Frage noch einmal dem Mars und dem Hauptverfechter der Martierhypothese, Percival Lowell, zu. In einer kleinen Abhandlung legt Lowell zunächst dar, daß die Lebensbedingungen auf dem Mars durchaus nicht so ungünstig seien, wie gewöhnlich angenommen wird.*) Das Endergebnis seiner Untersuchung ist, daß auf dem Mars höchstwahrscheinlich eine mittlere Temperatur von 9° C herrsche. Das Wasser kocht dort schon bei 44° C, die Luftmenge beträgt für die Einheit der Oberfläche $^2/_9$ von derjenigen der Erde, die Dichte der Luft an der Oberfläche $^1/_{12}$ von derjenigen der Erde. Die Temperaturergebnisse dieser Untersuchung würden durch das Aussehen der Oberfläche vollkommen bestätigt. Diese Rechnung kann jedoch, wie J. H. Poynting kürzlich gezeigt hat, nicht stimmen. Nach ihm muß die Marstemperatur mindestens um 30° niedriger sein, falls nicht die geschickten Martier ihren ganzen Planeten durch ein — Glasdach zu einem Treibhause umgestaltet hätten.

Ein Bericht Lowells über die Wasserverhältnisse auf dem Mars**) gibt zu, daß die angenommenen Marsbewohner bei dem Wassermangel des Planeten ihre Erhaltung nur der Schneeschmelze in den Polargebieten und der Zuleitung der Wassermassen äquatorwärts mittels eines eigenen, zu diesem Zwecke hergestellten Kanalsystems verdanken könnten. Lowell glaubt beobachtet zu haben, wie das Wasser bei der jährlich eintretenden Schneeschmelze vom Südpol aus durch die Kanäle abfloß und sich dann die Vegetation auf der Oberfläche des Planeten entwickelte. Auf das Freiwerden von Wasser glaubt er die Verdunklung der Marsoberfläche, die am Rande der großen südpolaren Schneefelder beginnt und sich mit fortschreitender Jahreszeit immer mehr ausdehnt, zurückführen zu müssen. Die bläuliche Färbung der Verdunklung, der Umstand, daß letztere der Schneeschmelze unmittelbar folgt und später wieder verschwindet, bestärken Lowell in seinen Vermutungen. Die am stärksten gefärbten Stellen deuten nach ihm auf die größte Tiefe des Wassers; daß aber die Tiefe nirgend beträchtlich ist, ergebe sich aus der Tatsache, daß die Verdunklung später völlig verschwindet. Letztere Beobachtung scheine einerseits darauf hinzuweisen, daß es auf dem Mars außer den Kanälen keine Wasserbehälter von erheblichem Umfange gibt; anderseits lege sie die Frage nahe, wohin das Wasser bei der beginnenden Aufhellung des Mars kommt. Diese Aufhellung vollzieht sich allmählich, indem einige Stellen eine bläulichgrüne, andere eine gelbliche Färbung annehmen. Lowell ist der Meinung, daß die bläulichgrüne Farbe das Aufsprießen einer Vegetation andeute, die einen Teil des zugeführten Wassers binde, und daß dieses Grün später naturgemäß in Gelb übergehe. Auch unsere Erde würde, aus der Vogelperspektive betrachtet, einen ähnlichen Farbenwechsel beobachten lassen. Nur erfolgt der Verlauf der Färbung hier in entgegengesetzter Richtung wie beim Mars, nämlich vom Äquator polwärts, während das Erwa-

*) Philos. Magazine, vol. 14 (1907), S. 161.
**) Die Umschau, 10. Jahrg., Nr. 43.

chen der Vegetation auf dem Mars an den Polen, den Reservoiren des Marswassers, beginnen muß. Daß die Ableitung des Wassers äquatorwärts nur mit Hilfe künstlicher Vorrichtungen erfolgen kann, glaubt Lowell annehmen zu müssen, weil das Wasser einen durch äußere Bedingungen nicht gebotenen Lauf nehme. Daher also die technisch geschulten Marsbewohner.

Die neueste Aufnahme des Mars von Lowell scheint diese Annahme zu bestätigen, obwohl sie von der Fülle der Einzelheiten, die gezeichnete Karten, z. B. diejenigen von Schiaparelli, tragen, ungemein wenig aufweist. Nord- und Südpol erscheinen vereist. Die schmelzende Südpolarkappe zeigt einen scharf absetzenden Rand, das wachsende Nordpolareis unbestimmtere Umrisse. Die Kanäle gehen vom Eise aus und sind in der dunklen Region verhältnismäßig deutlicher als in der hellen (auf den Zeichnungen ist das alles ganz anders). Während das Südpolargebiet mit seinem alten Schnee mehr gelblich erscheine, sehe das Nordpolargebiet bläulich aus infolge von Neuschnee.

Die Entwicklung der Kanäle ist nach Lowell der beste Beweis für die Anwesenheit von Marsbewohnern.*) Sie beginnt, wenn das Wasser von den aufgeschlossenen Wintervorräten der Polarkappen kommt. Aber die Art und Weise, wie dies geschieht, offenbart eine etwas andere Ursache, als einen bloß natürlichen Vorgang. Denn die Oberfläche des Planeten ist ganz eben. Deshalb wird das an einer Stelle freigewordene Wasser, abgesehen von einzelnen Stellen, nicht von selbst einen anderen Ort aufsuchen; es wäre gar nicht im stande, sich aus freien Stücken vom Pol zum Äquator zu bewegen. Und doch tut es dies, ja es nimmt seinen Lauf nach der anderen Halbkugel des Planeten. Zweimal im Marsjahre findet diese einzigartige Bewegung statt: das eine Mal vom einen Pol aus, ein halbes Jahr später vom anderen. Keine physikalische Kraft könnte dieses Phänomen zu stande bringen, denn die Strömung vollzieht sich gegen die Gesetze der Schwerkraft. (Ist das überhaupt möglich?) Soweit man es messen kann, schreitet sie mit gleichmäßiger Geschwindigkeit von etwa 3 Kilometern in der Stunde fort.

Die Frage nach dem Wesen der sogenannten Kanäle beantwortet Lowell mit einem Hinweise auf den Nil. Wie hier der schmale Strom alljährlich einen viele Kilometer breiten Vegetationsstreifen ins Leben rufe, so auch auf dem Mars. Der Nil selbst würde sich, aus Marsferne gesehen, der Entdeckung entziehen, wenn sein Bett, wie es auf dem Mars wahrscheinlich der Fall ist, noch schmäler wäre. Somit kann man die Linien mit Recht Kanäle nennen, obgleich kein Grund vorliegt anzunehmen, daß sie von riesigen Dimensionen sind, ebensowenig wie die Wasserversorgung unserer Städte durch weitere Rohre als von etwa 60 Zentimeter Durchmesser zu geschehen braucht. Dies ist nach Lowells Ansicht die einzige Erklärung, die mit den Beobachtungstatsachen über die Linien selbst und die Flecke an ihren Kreuzungen in Übereinstimmung steht. Es ist ferner die logische Schlußfolgerung aus allem, was die Forschung der letzten Jahre über den allgemeinen physikalischen Zustand des Planeten ergeben hat. Die einzige rationelle Schlußfolgerung aus den Beobachtungen, die wir besitzen, die einzige, die durch Tatsachen verbürgt ist, ist die, daß es auf dem Mars lebende Wesen gibt.

*) Die Umschau, 11. Jahrg., Nr. 38.

Von den vielen Einwendungen, die sich gegen die von Lowell für die Existenz der Martier angeführten Gründe erheben lassen und nur zum Teil



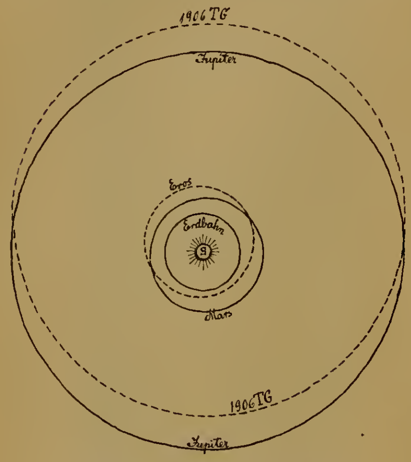
Neueste Aufnahme des Mars von Lowell.

erst gemacht sind, seien hier nur kurz diejenigen von Newcomb und Frau Maunder angeführt.*) Ersterer hat Versuche mit Nachzeichnen künstlicher Marsbilder selbst gemacht oder durch namhafte Beobachter machen lassen, ähnlich den von Maunder angestellten (s. Jahrb. III, S. 17). Wurden die Bilder aus einer die deutliche Sehweite übertreffenden Entfernung betrachtet, so sahen die Beobachter ebenfalls statt der zerstreuten Flecke ein Liniensystem. In einem Falle glaubte Newcomb sogar in einem ganz leer gelassenen Kreise Linien zu sehen. Er hatte ein in sich ungleichmäßiges, „wolkiges" Papier benützt, das, im durchscheinenden Lichte betrachtet, an den Grenzen der matteren Stellen Linien vortäuschte, die gar nicht existierten. Wie viele der Marskanallinien mögen diesem Kontrast- und Kombinationssinne der Beobachter ihr Dasein verdanken.

Frau A. S. D. Maunder sucht die Lowellsche Marskanaltheorie von einem anderen Gesichtspunkte aus als ungereimt hinzustellen. Sie weist

*) Naturw. Rundschau, 22. Jahrg., Nr. 41, nach Knowledge, August 1907.

auf die Tatsache hin, daß die durch eine lange Luftstrecke gesehenen Punkte am Horizont und ebenso bei Ballonfahrten die aus größerer Höhe betrachtete oder photographierte Erdoberfläche recht undeutlich erscheint. Also müßten auch die Kanäle der Marsoberfläche, durch die Marsatmosphäre (und überdies noch durch unsere eigene) betrachtet, ganz matt erscheinen. Lowell aber behauptet, es seien ganz scharfe Linien. Dann müßten sie in großer Höhe über der Oberfläche erbaute Aquädukte sein — so gut, wie man den Marsbewohnern den Bau von Riesenkanälen zutraue, dürfe man von ihnen auch die Errichtung solcher Hochleitungen erwarten. Ferner seien dann die zuweilen in



Bahnen der Planetoiden Eros und 1906 TG.

dunklen Gebieten bemerkten geraden, weißen Bänder von 1000 Kilometern Länge, 100 Kilometern Breite jedenfalls „Hochstraßen"! Aber sollten die Marsmenschen die mühsam unterhaltene Vegetation auf solchen Riesenstraßen vernichtet haben?

Jedenfalls ist der Nachweis solcher „Unstimmigkeiten" und Widersprüche in den Ansichten der Vertreter der Martiertheorie nicht ohne Nutzen. Er wird dazu führen, die Selbstkritik der betreffenden Astronomen zu stärken und ihr Vertrauen in die Unfehlbarkeit ihrer Beobachtungen ein wenig zu erschüttern. Wenn Forscher sich erst dahin verstiegen haben, zu sagen: „Ich bin dessen absolut sicher, was ich beobachtet habe," so ist das ein bedenklicher Standpunkt. Vielleicht gibt schon die diesjährige Stellung des Mars, die ihn uns auf 61·5 Mill. Kilometer nähert und für Beobachtungen in südlichen Breiten recht günstig ist, weitere Aufschlüsse über einige der strittigen Punkte. Nach den bisherigen Nachrichten scheinen auf der Oberfläche des Planeten wieder große Veränderungen, die mit den dortigen Jahreszeiten in Beziehung stehen, vorgegangen zu sein.

Die Zwerge und Pygmäen der Sonnenwelt.

Interessante Gestalten sind neuerdings unter den Kleinsten der Kleinen, den Mitgliedern des Planetoidenringes (s. Jahrb. I, S. 34) aufgetaucht. Die Entdeckung dreier kleiner Planeten, 1906 TG, 1907 VY und 1907 XM, wie die vorläufigen, oder Achilles, Patroklus, Hektor, wie die endgültigen Benennungen lauten, haben unsere Kenntnis dieses Gliedes unserer Sonnenwelt auf das erfreulichste bereichert; nächst dem 1898 entdeckten Eros sind sie die anziehendsten unter diesen kleinen, in ihrer Entstehung und gegenseitigen Beziehung noch so rätselhaften Weltbürgern.

Die Wegspur von 1906 TG wurde von dem Astronomen M. Wolf zuerst auf einer photographischen Platte vom 22. Februar 1906 erkannt, worauf er von Palisa in Wien bis 19. Mai beobachtet wurde. Seine Bahn kreuzt die Jupiterbahn an zwei Stellen, ungefähr bei 0° und 195° Länge, ohne sie jedoch zu schneiden; denn beide Bahnlinien verlaufen an den Kreuzungsstellen nicht in einer Ebene, sondern noch 0·4 und 0·8 Erdbahnradien entfernt voneinander, so daß ein Zusammenstoß auf keine Weise möglich wäre.

Das merkwürdigste am Planetoiden TG ist aber, wie Prof. A. Berberich in einer Arbeit über ihn*) hervorhebt, die Tatsache, daß seine Umlaufszeit um die Sonne von der des Jupiter nicht merklich verschieden ist. Sind beide Umlaufszeiten genau gleich, was weitere Beobachtungen entscheiden müssen, so bleiben beide Gestirne immer in derselben gegenseitigen Lage, abgesehen von kleinen Schwankungen, die durch die ziemlich große Bahnexzentrizität des Planetoiden verursacht werden. Im September 1906 standen sie zueinander so, daß TG dem Jupiter um etwa ein Sechstel des Bahnumfanges voraus war, so daß die Verbindungslinien der beiden Körper untereinander und mit der Sonne beinahe ein gleichseitiges Dreieck bildeten. Wären die drei Seiten dieser Konstellation genau gleich, so würde die Stellung nicht einmal durch die Störungen verändert werden, indem ein Faktor, mit dem die „störenden Kräfte" multipliziert sind, bei dieser Stellung gleich Null wird. So ist hier allem Anschein nach ein von verschiedenen Forschern theoretisch behandelter Fall zur Wirklichkeit geworden. Vielleicht gibt es noch mehr Planetoiden so bevorzugter Stellung zum Jupiter. Prof. Berberich vermutet, daß ein am 15. und 23. März 1895 von M. Wolf aufgefundener Planet 12·5 Größe seiner langsamen Bewegung gemäß ein Gegenstück zu TG bilde, mit dem er auch in der Hinsicht übereinstimmt, daß er dem Jupiter gleichfalls um ein Sechstel des Kreisumfanges (genauer 71—72°) voranging. Dieser Planetoid besitzt etwas über 12 Jahre Umlaufszeit, gelangte also im Frühling 1907 wieder in ähnliche Stellung wie 1895. Die Exzentrizität ist bei ihm nach Berechnungen 1907 etwas kleiner als anfänglich, so daß seine größte bezw. kleinste Entfernung von der Sonne 6 und $4^1/_2$ Erdbahnradien beträgt.

Die Tatsache, daß der erste Planetoid, dessen Bahn über die Jupiterbahn hinausgeht, eine vor

*) Naturw. Rundsch., 21. Jahrg. (1906), Nr. 38.

abnormen Störungen geschützte Lage besitzt, läßt uns ahnen, wie viele seiner Brüder, die nicht in gleich günstige Stellung gelangen konnten, die Annäherung an den Riesenplaneten mit der Vernichtung, d. h. mit dem Hinabsturz auf die Jupitermasse, bezahlt haben mögen. Sollten vielleicht die eigentümlichen, nach und nach schwächer werdenden Flecken des Jupiter, vor allem der bekannte, seit Sommer 1878 beobachtete, allmählich verblassende „rote Fleck", als solche verunglückten und allmählich mit der erhitzten Jupitermasse verschmelzenden Planetoiden zu deuten sein?

Auch der neue Planet TG ist gewissen Störungen ausgesetzt, erstens weil seine Bahn eine ziemlich stark exzentrische Ellipse ist und die Gleichseitigkeit des Dreieckes Sonne-Jupiter-Planetoid nicht gewahrt bleibt, zweitens weil noch Störungen durch die anderen Planeten, vor allem durch den Saturn, hinzukommen. Offenbar wirken aber diese Störungen abwechselnd in verschiedenem Sinne und heben sich im Laufe der Zeit wieder auf.

Somit steht, wie Prof. Berberich sagt, der unscheinbare Planetoid TG in theoretischer Beziehung einzig in seiner Art da. „Er ist ein Edelstein unter den vielen durch nichts ausgezeichneten Funden, die Jahr für Jahr gemacht werden, aber auch gemacht werden müssen, wenn man solche Kleinode herausfinden will."

Wie in Südafrika vor Jahrzehnten der zufällige Fund des ersten Diamanten bald weitere Entdeckungen dieser Art nach sich zog, so schien auch die Entdeckung des Achilles bahnbrechend für ähnliche Beobachtungen. Bald darauf kam ein neuer Planetoid derselben Natur zum Vorschein, der die vorläufige Bezeichnung 1907 XM erhielt, und kaum war er entdeckt, so trat schon ein dritter hervor, 1907 VY, der auch in der Nähe eines Librationspunktes liegt und dessen mittlere Bewegung langjährigen (148jährigen) periodischen Schwankungen unterworfen ist.

Elis Strömgren*) hält so viel für sicher, daß ein Planetoid mit derselben oder fast gleichen mittleren Bewegung wie Jupiter sich sehr lange Zeiträume hindurch in der Nähe eines der Dreieckspunkte erhalten könne, da die Störungen seitens des Jupiter dort außerordentlich klein seien und auch die anderen Körper des Sonnensystems wegen der großen Entfernungen sehr lange Zeiten brauchen, um einen beträchtlichen Einfluß auf diese äußersten Vorposten des Planetoidenringes auszuüben. Die Entdeckung der drei neuen Planetoiden führt zu der Frage, ob wir es hier nur mit einer abgeschlossenen Gruppe von Körpern zu tun haben, die durch Jupiter für lange Zeiten in der Nähe seiner Bahn festgehalten werden, oder ob diese Neuentdeckungen als Vorboten einer Erweiterung des Systems der kleinen Planeten über die Jupiterregion hinaus aufzufassen sind. Hier müssen die Riesenfernrohre der Neuzeit ihr Wort sprechen.

Durch die Entdeckungen der beiden kleinen Planeten Eros und 1906 TG haben die Grenzen des Planetoidenringes, den man früher zwischen Mars und Jupiter eingeschlossen dachte, eine bedeutende Erweiterung nach innen und außen erfahren. Eros kann sich der Erde erheblich mehr nähern als der Mars, TG weiter entfernen als Jupiter. An Größe unterscheiden sie sich beträchtlich voneinander: während Eros nur einen Äquatorumfang von 116 Kilometern besitzt, beträgt derjenige des Planetoiden TG bei einem Halbmesser von 55 Kilometern rund 350 Kilometer, so daß ein unermüdlicher Läufer, auch wenn er nur fünf Kilometer stündlich zurücklegte, kaum drei Tage gebrauchen würde, um ihn zu umkreisen.

Bei der Winzigkeit der Planetoiden werden wir über die Beschaffenheit ihrer Oberfläche durch direkte Beobachtung kaum jemals etwas erfahren. Dagegen scheinen die größeren Satelliten der großen Planeten teilweise einer solchen Beobachtung zugängig. Auf dem dritten Jupitermonde, dessen Äquatordurchmesser mit rund 5770 Kilometern den unseres Erdmondes bedeutend übertrifft, hat der astronomische Direktor des Observatoriums Fabra bei Barcelona am 24. November 1906 am Nordpol einen sehr hellen Fleck entdeckt, der in einer dunklen Umgebung liegt. Während der 1¼stündigen Beobachtungszeit fand keine Verschiebung des Fleckes statt. Auf dem Reste der Scheibe zeigten sich außerdem andere, ziemlich verschwommene dunkle Flecken. In seiner Gesamtheit erschien der Satellit III des Jupiter hinsichtlich gewisser Erscheinungen dem Mars sehr ähnlich.

Den Trabanten des Jupiters galt auch eine Arbeit, die Dr. P. Guthnick auf der Sternwarte zu Bothkamp unternommen hat.*) Als Fortsetzung einer im Winter 1904 auf 1905 dort angestellten photometrischen Beobachtungsreihe hat er vom Juli 1905 bis April 1906 gegen 1200 Lichtmessungen und Schätzungen der Jupitertrabanten I—IV vorgenommen und diese alsdann mit früheren Arbeiten gleicher Art verglichen. Aus seinen Beobachtungen ergibt sich, daß der schon länger bekannte Lichtwechsel der vier Trabanten periodisch ist und daß die Perioden mit den Umlaufszeiten um den Jupiter übereinstimmen, was nicht wohl anders erklärt werden kann als durch die Annahme, daß Rotations- und Umlaufszeit bei diesen Himmelskörpern gleich und daß ihre Oberflächen von ungleichmäßiger Albedo (Helligkeit) sind; daneben kommt noch eine merkliche Abweichung der Figur der Trabanten von der Kugelgestalt in Betracht.

Ferner ergab sich aber noch, daß der Lichtwechsel nicht vollkommen streng periodisch sein könne, sondern daß während des ersten Beobachtungszeitraumes 1904/05 eine verhältnismäßig geringe Unstabilität der Lichtkurven bestanden haben müsse. Auch für frühere Beobachtungen ließen sich unzweifelhaft größere Veränderungen feststellen, besonders deutlich hinsichtlich des Trabanten II, aber auch für die übrigen. Die Vergleichung der alten und der neuen Kurven Dr. Guthnicks ergibt, daß innerhalb eines Zeitraumes von noch nicht einem halben Jahre ganz beträchtliche Veränderungen stattgefunden haben, die offenbar physische Vorgänge auf den Oberflächen bezw. in den Atmosphären der Trabanten widerspiegeln. Es wäre

*) Astron. Nachr., Nr. 4177 und 4181.

*) Sitzungsberichte der Kgl. Pr. Akad. der Wiss. 1907, Nr. 18.

möglich, daß ein Zusammenhang zwischen den Veränderungen der Lichtkurven, die hauptsächlich zwischen Frühjahr und Herbst 1905 stattgefunden haben müssen, und der großen Aktivität der Jupiteroberfläche während der zweiten Hälfte des Jahres 1905 und im folgenden Jahre besteht: im Verlaufe dieser Periode verschwand das nördliche Äquatorialband des Planeten fast ganz. Die vielleicht nicht zufällige Gleichzeitigkeit der beiden Vorgänge, die möglicherweise auf solare, von der Sonne ausgehende Ursachen hindeutet, ist auch, wenngleich viel weniger auffallend, für die Zeit von 1858—1860 angedeutet. Damals befand sich die Jupiteroberfläche ebenfalls gerade in einer Periode lebhafter Veränderung, die sich besonders durch das allmähliche Verschwinden beider Äquatorialstreifen 1858 bis 1859 und das plötzliche Wiederauftreten des südlichen Bandes im Herbst 1859 bemerkbar machte. Zu anderen Zeiten, als Jupiter im großen und ganzen normales Aussehen hatte, wiesen auch die Lichtkurven der Trabanten keine auffallenden Abweichungen auf. Die Periode der Veränderungen ist nicht gleich der Umlaufszeit des Jupiter; aber auch eine Beziehung zur Sonnenfleckenperiode ist nicht deutlich genug ausgeprägt, um ihr ohne weiteres wirkliches Bestehen zusprechen zu können. Es wäre, um diese Fragen zu lösen, andauernde Beobachtung der Trabanten während mindestens eines Jupiterumlaufes (11·86 Jahre) erforderlich.

Zu den nach Form und Inhalt immer noch nicht ganz erforschten Erscheinungen gehört das Zodiakallicht, dieser geheimnisvolle Mitläufer unseres Sonnensystems, das, wie Prof. H. Seeliger nachzuweisen versuchte, die Ursache einer bisher unerklärten Abweichung gewisser Planeten von ihrer normalen, durch das Newtonsche Gravitationsgesetz geforderten Bahnbewegung ist.*) Die größte dieser Anomalien ist eine von Leverrier entdeckte Bewegung des Perihels der Merkurbahn von etwa 40 Sekunden im Jahrhundert, die durch Beobachtung zweifellos festgestellt ist, der allein auf die gegenseitige Anziehung der Planeten gegründeten Theorie aber widerspricht. Wahrscheinlich sind derartige Abweichungen auch bei den folgenden Planeten, Venus, Erde und Mars vorhanden. Man hat vielfach versucht, diese Anomalien zu erklären, ist aber nicht zu positiven Ergebnissen gelangt, obwohl man auch andere Kräfte als die Schwere, z. B. die Elektrizität, herangezogen hat. Prof. Seeliger betont, daß das nicht ratsam sei, bevor man nicht alle vorhandenen Massen für die Erklärung der Störungen herangezogen. Zu diesen jedenfalls vorhandenen, weil sichtbaren Massen gehört aber offenbar das Zodiakallicht.

Dieses „Licht des Tierkreises" ist auf fein zerstreute Materie zurückzuführen, die um die Sonne herumgelagert ist und nachweisbar über die Erdbahn hinausreicht. Über die Dichtigkeitsverteilung innerhalb dieser Masse läßt sich zurzeit Genaueres nicht aussagen; offenbar aber nimmt sie mit der Entfernung von der Sonne ab, wahrscheinlich gleichmäßig nach allen Seiten, so daß die Flächen gleicher Dichtigkeit scheibenförmige Rotationsflächen sind. So ist also die Masse des Zodiakallichtes symmetrisch um eine Ebene gruppiert, von der wir allerdings nicht wissen, ob sie der Ekliptik oder dem Sonnenäquator näher liegt. Die Jahreszeit spielt in der Erscheinung dieses Lichtes so gut wie keine Rolle.

Auf Grund umständlicher Berechnungen kommt Prof. Seeliger zu dem Ergebnis, daß die Gesamtmasse der ganzen Massenverteilung des Tierkreislichtes ungeheuer geringfügig ist. Die Dichtigkeit ist selbst in den der Sonne am nächsten liegenden Partien ganz außerordentlich klein. Sie entspricht der Massenverteilung, die man erhält, wenn man einen Würfel Wasser von weniger als 1/3 Meter Seitenlänge in einem Raume von 1 Kubikkilometer verteilt.

Trotz dieser ungemein geringen Dichtigkeit muß eine Einwirkung der das Zodiakallicht bildenden Massen auf die Bewegung der inneren Planeten unter allen Umständen stattfinden, und es ist mit einiger Sicherheit anzunehmen, daß die von der Theorie abweichenden, auf tatsächlicher Beobachtung beruhenden Unregelmäßigkeiten in der Bewegung der inneren Planeten wirklich auf die Massen des Zodiakallichtes zurückzuführen sind.

Recht einleuchtend ist der Zusammenhang, den M. J. Mascart zwischen dem Lichte des Tierkreises und den Sternschnuppen herzustellen sucht.*) Beide Erscheinungen rühren nach ihm von demselben Ring von Meteoren her, der um die Sonne kreist und dessen Teilchen, wenn sie nur das Sonnenlicht reflektieren, das Zodiakallicht bilden, während sie als Sternschnuppen auftreten, wenn ihr Durchgang durch unsere Atmosphäre sie aufleuchten läßt.

Die dem Zodiakallichte anhaftenden Eigentümlichkeiten haben zu der heute allgemein angenommenen Ansicht geführt, daß diese aus einem Meteorringe bestehende Erscheinung, um die Sonne kreisend, sich bis über die Erdbahn hinaus erstreckt und nur im Reflex des Sonnenlichtes für uns sichtbar wird. Maßgebend dafür erscheinen folgende Tatsachen: Das Licht befindet sich ziemlich genau in der Ebene der Ekliptik; es zeigt auf beiden Halbkugeln seine größte Ausdehnung gegen den Monat Januar und in der Richtung des Anti-Apex der Sonne.**) Überdies hat Piazzi Smith gefunden, daß die Lage des Zodiakallichtes zu den Gestirnen dieselbe zur selben Jahreszeit ist, ganz gleich, ob es in Südafrika, auf Teneriffa oder in England beobachtet wird. Diese Tatsache und die Orientierung des Lichtes in der Ebene der Ekliptik, nicht in der des Erdäquators, genügen, um die Ansicht abzuweisen, als handle es sich um einen Meteor- oder Nebelring, der zur Erde gehöre. Endlich haben die Beobachtungen des polarisierten Lichtes gezeigt, daß das Zodiakallicht ein von materiellen Teilchen zurückgeworfenes Sonnenlicht ist.

So sehen wir in dem Tierkreislichte also einen die Sonne umkreisenden elliptischen Meteorring, der seinen sonnenfernen Punkt (Aphel) und seine größte

---

*) Sitzungsber. der math.-phys. Klasse der Münch. Akad. der Wiss. 1906, Heft 3.

*) Cosmos, Revue des Sciences Nr. 1153.

**) Der Sonnenapex ist der Punkt des Himmels, gegen den sich das Sonnensystem in seiner Gesamtbewegung richtet, ungefähr in der Richtung nach dem Sternbilde des Herkules. Der Anti-Apex ist also die entgegengesetzte Richtung.

Ausdehnung in der Richtung des Anti-Apex der Sonne und sein Perihel innerhalb der Erdbahn hat.

Andererseits weiß man, daß die Sternschnuppen einem Ringe von Körperchen angehören, der seine Bahn ebenfalls um die Sonne beschreibt; eine große Anzahl dieser Körperchen begegnet täglich der Erde und entzündet sich in ihrer Atmosphäre. Hatte Newton schon die Zahl der mit bloßem Auge sichtbaren Sternschnuppen, welche unsere Atmosphäre durchschneiden, auf 12 bis 15 Millionen täglich geschätzt, so erhöht See nach seinen Beobachtungen am Lowell-Observatorium diese Zahl auf 1200 Millionen täglich. Nun scheinen die Sternschnuppen im allgemeinen ihren Ausstrahlungs- oder Radiationspunkt, ihr Aphel, in der Gegend des Anti-Apex der Sonne zu haben, d. h. genau in der Richtung, in der das Zodiakallicht seine größte Ausdehnung besitzt. Das ist ein Zusammentreffen, das der von Mascart angenommenen Beziehung zwischen Zodiakallicht und Sternschnuppen eine große Wahrscheinlichkeit verleiht.

Man könnte, auf das Gebiet der Hypothesen übergehend, weitere Vermutungen aufstellen, z. B. ob, wie Bompas will, das Tierkreislicht und die Sonnenkorona nicht alle beide von einem solchen Meteorringe herrühren; ob nicht, wie der Abbé Moreux meint, die Materie des Zodiokallichtes allmählich auf die Sonne fällt und so dazu beiträgt, die die Glut unseres Zentralfeuers zu unterhalten, was diese Milliarden von Meteoriten ja wohl vermöchten. Wenn dieser Fall in wechselnder Stärke stattfände, läge darin vielleicht eine Erklärung des periodischen Wechsels der Sonnentätigkeit und der Größe der Sonnenflecken, deren Einfluß sich im Magnetismus und im Wetter auf der Erde widerspiegelt. Wie weit hinaus ins Weltall sich die noch mit der Sonne eng zusammenhängenden Stoffpartikelchen erstrecken, zeigt eine Abbildung des Bereiches der Korona (nach Th. Moreux), die wir nebst einer Photographie dieser Erscheinung einem höchst anregend und liebevoll geschriebenen Berichte Dr. Th. Grigells über die letzte Sonnenfinsternis entnehmen.*)

Zum Schlusse sei nur noch bemerkt, daß die Ansicht des französischen Forschers über die Abhängigkeit der Sternschnuppen vom Tierkreislichte mit der Ansicht, daß die Sternschnuppen von Kometen, die auf ihrer Bahn verzettelt sind, herrühren, wohl zu vereinigen ist. In einer Abhandlung über die vom Sonnenlichte ausgehenden Druckkräfte erklärt J. H. Poynting*) das Zodiakallicht für den Staubüberrest längst zerfallener Kometen. Auch die Saturnringe könnten aus einem vom Saturn einst eingefangenen und in Staubsorten von verschiedenem Feinheitsgrade aufgelösten Kometen entstanden sein, eine Hypothese, die allerdings selbst Poynting einstweilen als eine „wilde" bezeichnet sehen will.

Geburtsstätte und Ausbildung des Mondes.

Der Mond ist ein Kind der Erde, seine Masse bildete ursprünglich also einen Teil der Erdmasse.



Die Geburtsstätte des Mondes.

Da tritt uns die Frage an, in welcher Gegend der Erdoberfläche der zur Mondbildung verwandte Stoff sich wohl losgelöst haben könne. Prof. Pickering, dessen Studien über den Mond uns schon einmal beschäftigt haben (Jahrb. II, S. 53), hat über diesen Punkt eine höchst interessante Studie veröffentlicht, aus der hier das Wesentlichste wiedergegeben wird.**)

Prof. Pickering geht davon aus, daß die vereinigte Masse der beiden Weltkörper vor ihrer Trennung nicht wesentlich größer an Umfang war als heute die Erde, daß sie daher vorwiegend in festem oder flüssigem Zustand sich befand. Wäre sie ausschließlich flüssig gewesen, so wäre alles Bemühen, den Ort der ehemaligen Mondgeburt auf Erden zu finden, natürlich vergeblich. Wahrscheinlich aber war sie damals teils fest, teils flüssig und zum Teil gasförmig. Nehmen wir einen heißen,

*) Die totale Sonnenfinsternis vom 30. August 1905. Nach eigenen Beobachtungen in Burgos. Mit 18 Abbild. Osnabrück 1907.

*) Nature 1906, 22. Nov.

**) The Journal of Geology, Bd. 15 (1907), Nr. 1. Danach: Gaea, 43. Jahrg., Heft 7.

festen, ellipsoidalen Erdkörper an, im Innern mehr oder weniger heißflüssig, der sich in 5 bis 7 Stunden einmal um seine Achse dreht, so haben wir das Bild unseres bis dahin mondlosen Planeten, wie der Astronom ihn sich vorstellt. Da dieser Weltkörper fortfährt zu erkalten, so entströmen seinem Innern gewaltige Massen von Dampf und sonstigen Gasen, wobei seine Dichtigkeit sich vergrößert, seine Größe aber sich vermindert. Infolge des letzteren Umstandes beschleunigt sich seine Rotation fortgesetzt, bis infolge der Zentrifugal- oder Fliehkraft, wie Prof. G. H. Darwin 1879 begründet hat, der Mond geboren wurde. Wenn beim Entweichen des Mondes die Erdkruste fest war, so ist fast gewiß, daß dem Erdkörper dadurch eine Art Narbe verblieb, und es ist von Interesse, zu untersuchen, ob sich noch Spuren derselben nachweisen lassen.

Das mittlere spezifische Gewicht der Erde, d. h. ihr Gewicht im Vergleiche zu einem gleich großen Quantum Wasser, beträgt 5·6, das des Oberflächenstoffes ist etwa 2·7mal so schwer wie Wasser. Da nun das mittlere spezifische Gewicht des Mondes nur 3·4 beträgt, so erhellt daraus, daß der Mond aus einer Materie besteht, die der Oberfläche der Erde entstammt, sowie daß die Schichten, denen dies Material entrissen wurde, eine ansehnliche Dichte besaßen.

Land und Wasser sind bekanntlich sehr unregelmäßig über die Erdoberfläche verteilt. Denken wir uns in einem Punkte, der etwa 1000 Seemeilen nordöstlich von Neuseeland liegt, eine senkrechte Linie errichtet und schauen wir in der Richtung dieser Senkrechten von oben aus weiter Entfernung auf den Erdball, so wird unser Auge wenig Land erblicken, während die ganze Küstenumgebung des Großen Ozeans sich annähernd in Kreisform zeigt. Mit Ausnahme von Australien, dem antarktischen Kontinent und einem kleinen Teile Südamerikas existiert kein größeres Landgebiet auf der Wasserseite unserer Erdkugel (siehe Planiglob S. 34).

Im allgemeinen nehmen die Geologen an, daß die Formen der Kontinente stets existiert haben, daß sie unzerstörbar waren. Wie aber sind sie dann entstanden? Wir wissen einiges von den permanenten Oberflächenformen unserer benachbarten Weltkörper, nämlich des Mondes, des Mars und des Merkur. Keiner von ihnen aber zeigt uns irgend etwas, was der unregelmäßigen Verteilung unserer Kontinente und Meere zu vergleichen wäre.

Die Küsten des Großen Ozeans finden wir von einer fast ununterbrochenen Linie tätiger oder erloschener Vulkane umsäumt; sie sind überdies im allgemeinen gebirgig und zeigen Kurven von konvexer Krümmung gegen den Ozean hin. Dagegen sind die Küsten des Atlantik im allgemeinen niedrig, flach und abwechselnd konvex und konkav verlaufend. Vulkane gibt es hier, abgesehen von der Reihe der kleinen Antillen, nur wenige und vereinzelte. Der Indische Ozean ähnelt dem Atlantischen, ausgenommen in der Nähe des Großen Ozeans, wo sogleich wieder die charakteristischen Vulkane auftreten. Eine merkwürdige Erscheinung in der Gestaltung des Atlantik ist die Ähnlichkeit des Verlaufes seiner beiden Küsten.

Als der Planet Erde-Mond sich aus dem Urnebel verdichtete, sammelte sich die dichtere Materie naturgemäß in tieferen Schichten, während die leichtere in beträchtlicher Gleichförmigkeit die oberflächlichen Teile einnahm. Heute finden wir dagegen, daß das leichtere Material auf einer Hemisphäre fehlt; dafür aber existiert eine gewaltige Masse Materie in Gestalt eines früher zur Erde gehörenden Trabanten von der mittleren Dichtigkeit 3·4, also nicht weit entfernt von der mittleren Dichtigkeit der vermischten kontinentalen Materie. Daraus ist zu schließen, daß diese Masse voreinst demjenigen Teile der Erde angehörte, welchen heute der Stille Ozean einnimmt; es gibt keine andere Stelle auf der Erde, von der sie hergekommen sein könnte.

Diese schon vor Pickering ausgesprochene Hypothese findet in vielen Ergebnissen der heutigen Wissenschaft Unterstützung. Hier kann nur noch auf einiges eingegangen werden. Das Volumen des Mondes, d. h. sein Rauminhalt, gleicht demjenigen sämtlicher irdischen Ozeane bei einer mittleren Tiefe derselben von 58 Kilometern. Es ist daher wahrscheinlich, daß zur Zeit der Trennung von Mond und Erde letztere eine feste Kruste von durchschnittlich 58 Kilometern Dicke besaß, unter der die Temperatur so hoch war, daß die Materie an einigen Stellen flüssig war. Drei Viertel dieser Kruste wurden bei der Trennung fortgeführt, und es ist zu vermuten, daß der übrig gebliebene Rest in zwei Teile zerrissen wurde, welche die heutige östliche und westliche Festlandsmasse bilden. Diese Massen ruhten zunächst auf der feurigflüssigen Oberfläche wie zwei ungeheure Eisfelder. Als später die feurigflüssige Oberfläche erkaltet war, wurde die vorher entstandene ungeheure Depression durch unsere heutigen Ozeane ausgefüllt.

Wenn es wahr ist, bemerkt Prof. Pickering schließlich, daß wir unsere Festländer dem Monde verdanken, dann ist das menschliche Geschlecht dem Trabanten der Erde weit mehr verpflichtet, als man bisher geahnt hat. Hätte sich der Mond nämlich nicht gebildet, oder hätte er die ganze Erdkruste mit sich fortgeführt, so wäre die gesamte Erdoberfläche von einem zusammenhängenden Ozean bedeckt worden, wie es wahrscheinlich mit dem Planeten Venus der Fall ist, und die Intelligenz der irdischen Lebewesen würde sich vielleicht kaum jemals über die der heutigen Tiefseefische erhoben haben. Wäre der Mond nur halb so groß geworden als gegenwärtig oder etwas größer, so wären die Festländer der Erde beträchtlich kleiner und die Menschheit geringer an Zahl, oder sie würden übervölkert sein.

Da die eigentliche Natur und die Entstehungsweise mancher Gebilde der Mondoberfläche uns noch recht wenig klar sind, so hat Prof. W. Pickering den Plan ausgeführt, die einzigen vulkanischen Regionen der Erde, die eine größere Ähnlichkeit mit den Mondgegenden zeigen, nämlich die Hawaiischen Inseln, zum Zwecke eines Vergleiches zu studieren. *)

Es gibt auf Hawaii eine beträchtliche Anzahl Krater des Einsturztyps, die sich von den z. B.

*) Memoirs of the Amer. Acad. of Arts and Sciences Bd. 13 (1906).

in Südeuropa so schön entwickelten Explosionskratern dadurch unterscheiden, daß nicht selten der äußere Kegel fehlt, daß verhältnismäßig wenig Dampf entwickelt wird und daß die Vergrößerung der Krater ruhig durch Abbruch und Einsturz ihrer Wände geschieht. Diese Vulkane Hawaiis sind denen des Mondes zwar ähnlich, aber von weit geringeren Dimensionen als letztere. Man müßte, um auf dieselbe horizontale Ausdehnung zu kommen, den Durchmesser der älteren Krater Hawaiis mit 100, den der jüngeren mit 300 multiplizieren, die Höhe dagegen mit 10 oder 20.

Zur Erklärung dieser die irdischen Verhältnisse so sehr übersteigenden Größe der Mondkrater reicht der Umstand, daß die Intensität der Schwerkraft an der Mondoberfläche nur ein Sechstel der irdischen beträgt, nicht aus. Auch wird die alte, hiemit rechnende Annahme, daß die Mondkrater durch Dampfexplosionen nach Art der irdischen Explosionsvulkane entstanden seien, kaum aufrecht zu erhalten sein. Wahrscheinlich entstanden sie, als die das glühende Mondinnere umhüllende Kruste durch Verfestigung und Zusammenziehung zu klein für diese Materie wurde und sie zu Ausbrüchen drängte, wodurch die Pressung vermindert wurde. Als später die äußere Kruste dicker und fester geworden war, schrumpfte die Kernmasse des Mondes bei fortdauernder Abkühlung noch weiter zusammen, so daß Hohlräume zwischen ihr und der äußeren Kruste entstanden. Wenn dann letztere, unfähig, sich selbst zu tragen, an gewissen Stellen einbrach, so mußte sich durch die Einbruchsspalten etwas von der glutflüssigen inneren Materie nach außen ergießen, und so entstanden die sogenannten Meere auf der Mondoberfläche. Wäre der Mond kleiner gewesen, so wären solche Eruptionen unbedeutender gewesen oder wohl gar unterblieben; wäre er größer gewesen, so würden sie bedeutender gewesen sein und die alte Kruste in größerem Umfange erweicht und zum Zusammensinken gebracht haben. Ein solches Zusammensinken der älteren Rinde, wie es gelegentlich noch jetzt auf Hawaii geschieht, fand nach Prof. Pickerings Ansicht wahrscheinlich in großem Maße auf der Erde statt, und die ursprünglich auch hier vorhandenen Riesenkrater wurden durch den Ausfluß und das Überfluten der glühendflüssigen Massen des Innern völlig zerstört, überdeckt und aufgelöst. Man kann deshalb die heutigen hawaiischen Vulkane nicht mit den auf dem Monde noch vorhandenen, in ursprünglicher Größe erhaltenen Kraterbildungen vergleichen, sondern nur mit den kleinen Kegeln, die sich dort nachträglich auf den Mareoberflächen bildeten. Bei den letzteren kann man leider ihrer Kleinheit wegen von der Erde aus das Innere nicht ausreichend erkennen, so daß wir uns begnügen müssen, die Formen des Hawaiityps mit den primären Mondformationen zu vergleichen, ohne Rücksicht auf die gewaltigen Größenunterschiede.

Von den drei Klassen irdischer Vulkane, Tuffkegel, Aschenkegel und Lavavulkan, sind die der letzteren Klasse, aus zusammenhängenden Lavamassen gebildet, den Bildungen, die wir auf dem Monde antreffen, am ähnlichsten. Die Lavavulkane können als Kraterkegel, Kratergruben, Kraterringe und Kraterbecken auftreten. Die Lavakegel liefern, selbst wenn sie klein sind, bei ihren Ausbrüchen nicht selten beträchtliche Lavamengen, die sich in Gestalt breiter Ströme meilenweit ausdehnen können. Die in Hawaii am häufigsten auftretenden Lavagruben zeigen nach außen keine Wälle und bestehen nur aus einer in den Boden vertieften Höhle, die entweder senkrechte, zu einem flachen Grunde führende Wände zeigt oder nach unten kegelförmig sich zuspitzt. Kraterringe kommen am seltensten vor und ähneln den größeren Mondkratern mit ihrem flachen Boden und den außen wie innen abgeschrägten Wällen. Von ihnen unterscheiden sich die Kraterbecken dadurch, daß ihr Inneres nicht flach, sondern konkav ausgehöhlt ist.

Zwei sehr augenfällige vulkanische Formationen, den Diamandkopf und die Punschbowle, erblickt man sofort beim Einlaufen in den Hafen von Honolulu. Ersterer ähnelt äußerlich einem Mondkrater, der Durchmesser seines Kraterwalles mißt 3200 bis 3700 Fuß. Die unter den Kratern Hawaiis zahlreich vorhandenen Aschenkegel, die alle charakteristischen Merkmale der Explosionsvulkane nach Art des Vesuvs besitzen, finden, soviel Prof. Pickering weiß, nichts Entsprechendes auf dem Monde. Dagegen sind die Lavavulkane in mancher Hinsicht den Mondkratern sehr ähnlich. Die Unterabteilung der Lavakegel repräsentiert treffend der Mauna Loa, der weitaus größte Erdvulkan. Er und der Mauna Kea sind auch unsere höchsten Vulkanberge, wenn man nämlich die Höhe von der Basis aus mißt, die bei den Hawaiivulkanen 5000 Meter unter dem Meeresspiegel liegt. Aus dem Gipfelkrater des Mauna Loa ist in historischer Zeit niemals Lava abgeflossen, wohl aber unterhalb des Gipfels in gewaltigen Mengen, und die ganze Hauptmasse des Berges scheint durch solche Lavaergüsse aufgebaut zu sein. Charakteristisch für die Lavakegel ist es, daß ihre Abhänge weit sanfter als die der Aschenkegel geböscht sind. Wahrscheinlich kommen ähnliche Lavakegel auch auf dem Monde vor, vermutlich liegen 16 solcher zwischen den großen Kratern Kopernikus und Kepler; auch die Form des hohen vulkanischen Kegelberges mit dem verhältnismäßig kleinen Krater auf dem Gipfel scheint auf dem Monde nicht völlig zu fehlen.

Von den drei großen Vertretern des Einsturztyps unter den hawaiischen Kratern sind Mokuaweoweo, der Krater auf dem Gipfel des Mauna Loa, und der Kilauea ohne Kegel, während Haleakala wenigstens stellenweise einen ausgeprägten äußeren Abhang zeigt. Die innere Kraterfläche des erstgenannten ähnelt sehr einem Mare (Meer) auf dem Monde, natürlich in sehr verkleinertem Maßstabe. Glutseen wie die des Halemaumau, d. h. Haus des ewigen Feuers, die nur mit einer dünnen Lavakruste überzogen sind, sind für das Mondstudium von großem Interesse, da sie mit ihrer Umwallung Kraterringe bilden, die äußerlich den sehr viel größeren Kratern auf dem Monde gleichen. Wenn die Lava, durch unterirdische Zuflüsse genährt, sich so hoch hebt, daß sie überfließt, so bildet sie erkaltend einen großen kreisförmigen Wall, wie ein ungeheuerer Kuchen, und eine solche Bildung ist auch auf dem Monde bekannt, wenn auch in

2*

kolossalem Maßstabe, nämlich der 54 engl. Meilen im Durchmesser haltende Wargentin. Die beim Kilauea zu beobachtenden Vorgänge, die dem Krater sein wechselndes Aussehen geben, erlauben eine gute Vorstellung von der Art, wie die Mondkrater gebildet wurden. Den Grund, weshalb Kraterringe auf dem Monde so häufig und auf der Erde so selten auftreten, sieht Prof. Pickering darin, daß letztere im allgemeinen nicht von Dauer sind. Die kleinen Krater des Mondes zeigen auch diese Form nicht, und zwar deshalb nicht, weil, wenn die Lava nach unten zurücksinkt, die Tiefe im Verhältnis zum Durchmesser so groß ist, daß der Wall zusammenstürzt.

Schließlich geht Prof. Pickering noch auf die Mondrillen ein, jene breiten und tiefen Risse oder Furchen, die sich meilenweit über die Oberfläche erstrecken und, wie man annimmt, tatsächlich ungeheuere Risse oder Brüche der Mondoberfläche sind. Sie finden sich, natürlich in sehr verkleinertem Maßstabe, auch auf Hawaii. Einer im Kilauea hat bei 6—8 Fuß Breite und 20—30 Fuß Tiefe ungefähr die Länge von einer engl. Meile, und ein noch weit größerer Riß befindet sich südwestlich vom Krater. Die Ähnlichkeit erstreckt sich auch auf Details wie die streckenweise auftretenden tiefen rundlichen Gruben und kleinen Aschenkegel. Ob all diesen Analogien nun auch dieselben Bildungsvorgänge und Entstehungsursachen entsprechen, muß vorläufig dahingestellt bleiben.

Mit einer Einzelerscheinung auf der Mondoberfläche, mit der Verteilung der Meere, beschäftigt sich eine Arbeit von Prof. J. Franz.*) Sie weist zunächst darauf hin, daß die Himmelskörper, auf deren Oberfläche wir Einzelheiten wahrnehmen können, in den Äquatorgegenden andere Gebilde als an den Polen zeigen (Sonne, Jupiter, Mars, Erde). Nur auf dem Monde scheinen auf den ersten Anblick die Äquatorgegenden sich von den Polargegenden nicht wesentlich zu unterscheiden.

Das ist insofern nicht zu erwarten, als die genannten Zonen unter sehr verschiedenen Bedingungen stehen. Die Umgegend des Äquators empfängt, zumal bei dem Fehlen einer merklichen Mondatmosphäre, von der Sonne durch Strahlung eine viel erheblichere Wärmezufuhr und steht unter viel stärkeren Wärmeschwankungen als die Pole, letzteres wegen der unbehinderten Ausstrahlung.

Der Mond muß, ehe die Reibung der Flut ihn zwang, der Erde immer dieselbe Seite zuzukehren, sich schneller als gegenwärtig um seine Achse gedreht haben, muß also stärker abgeplattet gewesen sein, während seine jetzige Abplattung unmerklich ist. Bei Verlangsamung der Rotation müssen die Polargegenden sich später gehoben haben, vielleicht unter vulkanischen Eruptionen, welche die Bildung von Kratern begünstigten. Die Äquatorgegenden müssen eingesunken sein, und zwar um den halben Betrag der Erhebung der Pole. Auch aus diesem Grunde könnte man eine Verschiedenheit des Aussehens beider Gebiete erwarten. Und sie ist, wie Prof. Franz zeigt, in der Tat vorhanden.

*) Sitzungsberichte der K. Pr. Akad. der Wiss. 1906, Nr. 34.

Die auffälligsten Unterschiede, welche die Mondoberfläche jetzt zeigt, bestehen in dem Gegensatze zwischen den kraterreichen hellen Gebirgsgegenden und den kraterarmen dunklen Flächen, den sogenannten Meeren. Letztere bilden meist Flächen, die einander von außen berühren, also eine Reihe nebeneinanderliegender Ebenen. In den Meeren, besonders in den ausgedehnten auf der Ostseite des Mondes, kommen oft teilweise versunkene Krater vor. Außer den großen Meeresflächen kommen einzelne Krater vor, deren Inneres mit derselben dunklen Farbe erfüllt ist; sie sind nahe dem Westrand sehr häufig. Ganz aus solchen „Kratermeeren" bestehen das Mare Spumans, das Mare Undarum, das Mare Anguis u. a., fast ganz das Mare Australe, zum Teil das Mare Marginis. Viele andere Krater sind wegen ihrer dunklen Binnenfarbe gleichfalls zu den Kratermeeren zu zählen. Außerdem treten Krater auf, deren Inneres nur zum Teil mit dunkler Meeresfarbe bedeckt ist. Definiert man die Meere durch ihre dunkle Farbe, so muß man auch die Kratermeere zu ihnen rechnen. Sie schließen sich auch ihrer Lage nach den Flächen der Meere so an, daß sie ihre Reihe erweitern und vervollständigen.

Frei von Meeren ist ein großer Teil der Südhälfte des Mondes, und auch sein Nordrand in dem ausgedehnten, nur perspektivisch verkürzt erscheinenden Gebiete jenseits des Mare Frigoris und des Sinus Roris zeigt sich völlig frei davon. Man kann also die sichtbaren Umgebungen beider Pole als Teile von Polarkappen betrachten, die eine Zone nebeneinanderliegender Meere umgeben.

Daß ein solcher Gürtel der Meere wirklich vorhanden ist, erkennt man leicht auf einer winkeltreu in stereographischer Projektion gezeichneten Mondkarte. Dieser Gürtel ist keineswegs regelmäßig, sondern vielfach unterbrochen und an seiner Nord- und Südseite von mehr oder minder isolierten Meeren begleitet. Er liegt auf der sichtbaren Seite des Mondes mehr nördlich als südlich vom Äquator.

Seine Realität wird noch mehr verbürgt durch die Auffindung von Meeren in den Äquatorgegenden des Mondrandes und in den benachbarten Teilen der Rückseite des Mondes, die Prof. Franz in Breslau bei Ausmessung der Randpartien bei günstiger Libration*) gelang. Prof. Franz berechnet nun die durchschnittliche Lage des Gürtels der Meere, die Lage seiner Pole, ob er einen größten oder einen kleinen Kugelkreis bildet, und den Betrag der gesamten sichtbaren Meeresflächen.

Der Gürtel der Meere ist ein wenig vom größten Kugelkreise entfernter kleiner Kugelkreis. Die Gesamtsumme der Oberflächen aller Meere, Seen und Kratermeere beträgt gut 32 Prozent der in mittlerer Libration der Erde zugekehrten Hälfte der Mondoberfläche. Die Meere liegen durchschnittlich tiefer als das helle Gebirgsland. In ihnen, besonders im Oceanus Procellarum, finden sich viele halbversunkene oder, wenn man es so

*) Librationen sind die aus der ungleichförmigen Bewegung des Mondes hervorgehenden scheinbaren Schwankungen, infolge derer wir nicht immer dieselben Teile der Mondoberfläche erblicken und nur etwa drei Siebentel seiner Oberfläche uns unsichtbar bleiben.

nennen will, überschwemmte Krater. Am Rande erscheinen sie als Bogen, die nach der Meerseite geöffnet sind, und deuten klar darauf hin, daß das Meer selbst eine eingesunkene Fläche ist.

Die Meere selbst machen den Eindruck ausgedehnter Einbruchsgebiete, zum Teil mit stehengebliebenen Hochrändern. Bei der eingangs erwähnten Abnahme der Abplattung des Mondes müssen ja die Äquatorgebiete eingesunken sein. Wenn die Zone der Meere einst im Äquator gelegen hat, so kann sie durch das Gleiten der Kruste über dem flüssigen Innern später in die jetzige Lage gekommen sein.

Bei Untersuchungen über die Bildung des Mondes wird man das Dasein dieses Gürtels der Meere berücksichtigen müssen.

Zu den interessantesten Mondproblemen gehört die Frage, ob gegenwärtig auf dem Monde noch Veränderungen vor sich gehen, oder ob er äußerlich und innerlich zu völliger Erstarrung gediehen ist. In einer Arbeit über „Neubildungen auf dem Monde" gibt Prof. Dr. Herm. J. Klein*), der an den diesbezüglichen Forschungen selbst hervorragenden Anteil genommen hat, erschöpfende Auskunft über diese Fragen.

Prof. Klein ist der Überzeugung, daß zur Zeit Lohrmanns und Mädlers am Orte des Linné ein großer deutlicher Krater vorhanden war, der heute dort nicht mehr existiert. Der Erguß flüssiger Eruptionsprodukte über den Rand des Kraters scheint einen sehr flachen Kegel von großem Umfange bei verhältnismäßig geringer Höhe geschaffen zu haben, der keinen Schatten nach außen mehr wirft. Um eine weitere, von Prof. Klein selbst entdeckte Veränderung handelt es sich bei Hyginus N und seiner Umgebung, wo das Sichtbarwerden eines Kraters gleichfalls für eine Neubildung sprach. Ebenso haben sich im Mare Nectaris in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts dunkle Krater gebildet. Die Frage, ob sich die Mondrillen, die wirkliche Risse in der Mondoberfläche darstellen, noch heute bilden, läßt sich aus den Beobachtungen nicht mit Sicherheit entscheiden, ebensowenig die Frage, ob gewisse dunkle und helle Flecke auf dem Monde sich verändern oder verändert haben. Dagegen scheinen zeitweise Bedeckungen der Mondoberfläche durch nebelartige Ausbreitungen vorzukommen.

Klein hält also dafür, daß physische Veränderungen auf der Mondoberfläche, obwohl man sie in jüngster Zeit merkwürdigerweise leugnen will, tatsächlich noch stattfinden. Unser Trabant bewahrt also noch ein Restchen innerer Lebenskraft, aber auch nur noch ein schwaches Restchen.

Das Wetter.

Der Schlußabschnitt des ersten Kapitels sei zwei praktischen Fragen, der nach der Bedeutung des Prognosendienstes und der nach dem Werte des Wetter- oder Hagelschießens, gewidmet.

Das Deutsche Reich hat im Jahre 1906 einen Versuch gemacht, die offizielle Wetterprognose in großem Maßstabe in den Dienst der Landwirtschaft zu stellen. In dem kleinsten Dörfchen konnte man in jenem Sommer die von den betreffenden Dienststellen gelieferten Wetterprognosen ausgehängt sehen, und wenn es nach den in der Denkschrift des Reichsamtes angegebenen Zahlen gegangen wäre — 91% richtige Prognosen, nämlich für die Temperatur 95%, für die Niederschläge 84% und für die Bewölkung usw. 93% Treffer —, so hätte ein durchschlagender Erfolg nicht ausbleiben können. Aber es ging leider anders.

Wenn man, so schreibt Prof. Dr. Klein in einem Aufsatze „Die Wahrheit über den Stand des Wetterprognosenwesens"*), wenn man die vielen berechtigten Klagen des Publikums über die zahlreichen Fehlprognosen, ja die offenbare Verachtung, die sich diese Wetterprophezeiungen seitens der Landwirte zugezogen haben, in Betracht zieht, so kann man im Interesse der Wissenschaft nur wünschen, daß dieser unglückselige Wetterdienst auf immer begraben sein möge. Er befürchtet, daß durch diese Versuche ganz irrige, nämlich übertriebene Vorstellungen über die wirkliche Bedeutung der Meteorologie für das öffentliche Leben im Publikum entstehen.

In seiner Kritik des staatlichen Prognosenwesens betont Prof. Klein zunächst, daß selbst eine völlig zutreffende Prognose für die nächsten 24 Stunden dem Landmanne nichts helfen könne; der müsse das Wetter über sich ergehen lassen, wie es eben kommt. Es hilft ihm nichts, daß er das kommende einige Stunden vorher weiß. Wetterprognosen auf 24 Stunden voraus haben überhaupt für die Landwirtschaft praktisch so gut wie gar keinen Wert; für den Stadtbewohner bieten sie eine Annehmlichkeit, obgleich sich auch hier keine Sommerwirtschaft, keine Dampfschiffgesellschaft und keine Eisenbahn in ihren Vorbereitungen für den kommenden Tag nach den Wetterprognosen richtet. Wenn die Meteorologie der Landwirtschaft jemals von wirklichem Nutzen sein kann, würde dies erst dann eintreten, wenn es ihr gelänge, den jahreszeitlichen Charakter des Wetters vorauszubestimmen, also etwa vorher zu sagen, ob das kommende Frühjahr naß oder trocken, der Sommer heiß oder kühl, der Herbst sonnig oder trüb sein wird. Bei solchen Leistungen könnte sich der Landmann in bezug auf Aussaat und Ernte, der Winzer in bezug auf seine mühevollen Arbeiten Unterstützung durch die Wissenschaft versprechen; aber mit den unbestimmt lautenden und ebenso oft unrichtig wie richtig ausfallenden Tagesprognosen aus der Hand in den Mund kann der Landwirt nichts anfangen. Selbst für die Bestellung der Saat und für die Erntezeiten haben die zahllosen meteorologischen Beobachtungen nichts ergeben, was die bisherige Praxis verbessern könnte; denn die Wirtschaftseinrichtung, aus Jahrhunderte umfassender Erfahrung hervorgegangen, hat zunächst für unsere klimatischen Verhältnisse genau die richtigen Termine ermittelt.

Charakteristisch für den Wert des Wetterdienstes ist das Unbestimmte dieser Prognosen in der Form und ihre durchgängige Unrichtigkeit bei wirklichen

*) Leipzig 1906, Ed. H. Mayer.

*) Gaea, 43. Jahrg. 1907, Heft 3.

Witterungsumschlägen. Ein Vergleich, den Prof. Klein zwischen den von der staatlichen Prognosenstelle in Aachen vom 15. Juni bis 15. November 1906 ausgegebenen täglichen Wetterprophezeiungen mit dem Wetter in Köln anstellte, ergibt ein wahrhaft beschämendes Ergebnis für diese Prognosen. Eine zutreffende Wetterprognose müßte für den betreffenden Tag die drei meteorologischen Elemente: Himmelsansicht, Niederschlag und Temperatur, gleichzeitig wenigstens im Durchschnitt richtig angeben (vom Winde, der für das Binnenland im ganzen ja nicht sehr in Betracht kommt, in den Aachener Prognosen aber auch meist nicht zutreffend bestimmt ist, wird abgesehen). Die Prüfung der Aachener Prognosen ergab, daß während der fünf Monate für Köln nur 12% derselben völlig richtig waren, 14% völlig unrichtig; der ganze Rest verteilt sich auf mehr oder weniger unrichtige Voraussagungen. Hätte man statt der Angaben der Aachener Prognosen für jedes Witterungselement täglich etwas anderes bis zum völligen Gegenteil erwartet, so würde man durchschnittlich sogar 6% mehr Treffer als nach der staatlichen Wetterankündigung gehabt haben. Wenn ein einfacher Landmann sich lediglich darauf verlassen hätte, daß das Wetter morgen wie heute sein werde, so wäre er nicht sonderlich schlechter gefahren, als wenn er sich auf die Prognosen des Aachener Meteorologen verlassen hätte. Hätte aber ein Landmann, der, wie es der Fall sein muß, auch ein wetterkundiger Mann ist, sich damit befaßt, lediglich aus dem Stande und Gange seines Ortsbarometers, der Beschaffenheit des Himmels und der Windverhältnisse, aber sonst ohne jede Kenntnisse der Wetterlage und der Wetterkarte, morgens 10 Uhr eine Prognose für den nächsten Tag aufzustellen, so hätte er während der fünf Monate in Köln erheblich mehr richtige Ergebnisse gehabt, als das Aachener Observatorium trotz aller Hilfsmittel zu stande brachte. Dieser in Köln wirklich und genau nach dem Schema der Aachener Prognosen gemachte Versuch ergab nämlich: Bewölkung, Niederschlag und Temperatur zugleich richtig in 21%, zugleich unrichtig in 9% aller Fälle; auch die Teiltreffer überragten an Richtigkeit die des Aachener Wetterdienstes.

Damit ist die volle Nichtigkeit dieser staatlich ausgegebenen Prognosen erwiesen. Das konnte auch nicht anders erwartet werden; denn bei dem heutigen Zustand der Meteorologie lassen sich auf die täglichen Wetterkarten keine halbwegs sicheren Vorausbestimmungen gründen; dazu gehört vielmehr die genaue Kenntnis der örtlichen Witterung und vieljährige Erfahrung über die Bedeutung der Wolken als Anzeichen des kommenden Wetters; manches davon läßt sich gar nicht lehren.*)



Beginn einer Gewitterbildung früh um 7 Uhr; um 9 Uhr brach das Gewitter aus.

Wie wenig gerade die großen Wetterkalamitäten aus der Wetterlage auch nur 24 Stunden vorher zu erkennen sind, beweist der außergewöhnlich starke Schneefall, der in der Nacht vom 30. zum 31. Januar 1907 in Berlin begann, und, bis gegen 3 Uhr nachmittags anhaltend, fast den gesamten Straßenverkehr auf 12 Stunden lahmlegte.

*) Daß die Wettervoraussage auch in offiziellen Kreisen mit sehr kritischen Augen angesehen wird, zeigen folgende Worte des preußischen Landwirtschaftsministers in der Sitzung des Abgeordnetenhauses am 24. Januar 1908: Unsere Wettervoraussage, bemerkte Herr v. Arnim, ist in der Tat noch eine sehr junge Wissenschaft. Die Technik der Wettervoraussage ist in der letzten Zeit aber schon einigermaßen verbessert worden. Es wird Sache des Reiches sein, hiebei vorzugehen; ich werde mich mit den betreffenden Behörden in Verbindung setzen. Die Beobachtungsstationen werden wesentlich vermehrt werden. Die Weiterverbesserung der Technik wird wohl noch eine Reihe von Jahren in Anspruch nehmen.

Die staatlichen Wetterdienststellen wurden davon nicht minder überrascht als das Publikum; ihre Prognose für den 31. Januar lautete auf „geringe Niederschläge", also auf das Gegenteil dessen, was wirklich eintrat.

Instinktiv eignet sich der Mensch, der, zum Leben im Freien gezwungen, vom Wetter abhängt, die Kenntnis der Wetterregeln an, welche die Meteorologie nicht lehren kann. Diesem Wetterinstinkt auf die Spur zu kommen, hat sich E. Mylius in mehrjähriger Arbeit bemüht.*) Er ging von dem Gedanken aus, daß die ersten Anzeichen von Wetterveränderungen sich schon sehr zeitig am Horizont bemerklich machen müßten, und fertigte mehrere Jahre lang von jeder auffallenden Wolkenstimmung, einschließlich Morgen- und Abendhimmel, Aquarellbilder zu Hunderten an. Er ist dabei zu einer sehr einfachen Lehre gekommen, wie sie der Wetterinstinkt des Naturmenschen befolgt. Diesem sagt seine Erfahrung:

1. Jeder Witterungszustand mit seinen ihm eigentümlichen Merkmalen dauert tage- und zuweilen wochenlang, bis Zeichen am Himmel auftreten, die ihm erfahrungsgemäß nicht angehören.

2. Jeder neue Witterungszustand macht sich einige Stunden oder selbst zwei Tage vor seinem Eintritt durch Erscheinungen am Lufthimmel, am frühesten vom Horizont aus bemerkbar.

3. Jedem schlechten Wetter, Sturm wie Regen, gehen mehrfach geschichtete Wolken voraus, folgen ihm nach und sind wahrscheinlich im Regenwetter selbst vorhanden.

Über die Hauptschwierigkeit bei Anwendung dieser Regeln, nämlich welches die Merkmale der einzelnen Witterungszustände sind, wie sich die Änderungen kundtun, und was unter doppelten Wolkenschichten zu verstehen ist, können leider keine Beschreibungen, sondern nur die Anschauung der Wirklichkeit oder die gesammelten Aquarelle Auskunft geben.

Über den Zusammenhang zwischen Bewölkung und Sonnenschein und Bewölkung und Mondschein hat O. Meißner**) in Potsdam für die Zeit 1894 bis 1900 Untersuchungen angestellt. Danach besteht ein Zusammenhang zwischen der synodischen Rotationsdauer des Sonnenäquators (27 Tage) und der Bewölkung nach den Potsdamer Beobachtungen nicht. Auch die Häufigkeit der Sonnenflecken bezw. ihre Änderung hat auf den Grad der Bewölkung keinen Einfluß. Möglicherweise könnte die Häufigkeit der Cirruswolken einen entsprechenden Gang aufweisen.

Dagegen ist ein geringer Einfluß des Mondes auf die Bewölkung ziemlich wahrscheinlich. Im allgemeinen haben die Tage um und nach Neumond eine zu kleine, die Tage nach Vollmond zu große Bewölkung, so daß hiemit gleichzeitig die volkstümliche Annahme von der „wolkenzerstreuenden" Kraft des Vollmondes als irrtümlich nachgewiesen wird.

Von den Versuchen, den schädlichen Wirkungen gewisser Witterungserscheinungen durch Abwehrmittel vorzubeugen, ist nunmehr das anfänglich mit so großen Hoffnungen begrüßte Hagelschießen als endgültig abgetan anzusehen. Die langjährigen Versuche, die auf den beiden Schießstationen zu Windisch-Feistritz und Castel-franco Veneto (zuerst in Conegliano) anfänglich mit Wetterschießkanonen, zum Schlusse auch noch mit Raketen und Bomben angestellt sind, wurden in so wissenschaftlicher Art und so erschöpfender Weise durchgeführt, daß wohl kaum jemals eine Wiederaufnahme dieser Experimente nötig sein wird.

Da über die Methoden des Hagelschießens und die anfänglichen scheinbaren Erfolge dieser Bekämpfungsmaßregel schon ausführlich berichtet ist (s. Jahrb. I, S. 118), so genügt es, hier im Anschlusse an eine Arbeit Prof. J. M. Pernters*) das Endergebnis darzustellen.

Das Jahr 1904 war das kritische Jahr der Schießversuche. „Das hagelreiche Jahr 1904", schrieb Prof. Prohaska an das österreichische Ackerbauministerium, „hat das Wetterschießen in Steiermark auf eine harte Probe gestellt, und man kann nicht sagen, daß dieselbe zu Gunsten des Schießens ausgefallen." Am 23. Mai und 3. Juli war ein entschiedener Mißerfolg zu beobachten, am letzteren Tage wurden innerhalb und außerhalb des Schießbezirkes ungefähr zwei Drittel des noch zu erhoffenden Ernteertrages vernichtet.

Ebenso entschied dieses Jahr in Italien gegen das Wetterschießen. Dr. Pochettino schrieb darüber an Prof. Pernter: „Das war also das letzte Jahr des Wetterschießens in Castel-franco. Wir hatten nämlich zwei Fälle von überzeugender Entscheidung. Am 23. Mai traf, trotz des regelrechten Schießens, der Hagel den südlichen Teil der Verteidigungszone; ein Nutzen des Schießens zeigte sich nicht. Dagegen fiel am 12. Juli an der Grenze unserer Zone Hagel, während die geschützte Zone hagelfrei blieb, obwohl gerade an diesem Tage kein Schuß abgegeben wurde."

„Auf solche Resultate hin hat die Regierung die weiteren Versuche mit Wetterschießkanonen eingestellt und nur noch einige Experimente mit Raketen und Bomben angeordnet."

Die französischen Ergebnisse, nicht unter so strenger Kontrolle und so wissenschaftlich durchgeführt wie in Österreich und Italien, gewähren keine sichere Entscheidung und können sehr wohl auch in ungünstigem Sinne ausgelegt werden. Man kämpfte hier vorzugsweise mit in der Höhe explodierenden Raketen. Im Jahre 1906 ließ die italienische Regierung auch diese Methode noch gründlich prüfen. Der Senator und Professor der Physik an der Universität in Rom, P. Blaserna, berichtet darüber:

„Im Jahre 1906 wurde eine rührige Kampagne eingeleitet, um auch diese letzten Hoffnungen zu erproben. Man schoß 250 Raketen, System Aulagne, und 60 Bomben von Marazzi in die Höhe; die Wirkung war wieder gleich Null."

„Die Wolken, selbst die Hagelwolken sind nichts anderes als Nebel, welche selbst durch die Explosion einer Bombe von 8 Kilogramm nicht beeinflußt werden. Wir sind auf diese Weise zur Schlußfolgerung gekommen, daß auch diese letzten zur Bekämpfung der Geißel des Hagels erdachten Mittel

*) „Das Wetter." Jahrg. 23, Heft 6 und 7.
**) Meteorol. Zeitschr., Bd. 24 (1907), Heft 9.

*) Meteorol. Zeitschr., Bd. 24 (1907), Heft 5.

wirkungslos sind, und ich konnte ruhigen Herzens und mit voller Überzeugung dem Minister den Vorschlag machen, anzuordnen, daß die Zeit der Versuche abgeschlossen werde."

Das Programm der seit 1902 in Italien arbeitenden Kommission war so gefaßt, daß es den Erfolg, wenn ein solcher überhaupt möglich war, sicher erzielen mußte: Man wählte ein Gebiet, das wahrscheinlich vom Hagel getroffen werden würde; man armierte es mit den besten Wetterkanonen, welche die Industrie erzeugte; diese Kanonen stellte man nur halb so entfernt voneinander auf, als es die Verteidiger des Wetterschießens verlangen, und betrieb das Schießen dann noch mit der größtmöglichen Freigebigkeit. Trotzdem gelang es nicht, die verhängnisvolle Gefahr zu beschwören.

Hiemit ist, wie Prof. Pernter zum Schlusse erklärt, für alle wissenschaftlichen Kreise, aber auch für alle objektiv denkenden Personen unter den Landwirten die Sache erledigt und das Ende des Wetterschießens besiegelt.

Dieser Mißerfolg hat jedoch die Absicht, den verderblichen Hagelschlägen vorzubeugen, keineswegs lahmgelegt. Man macht sich nun mit dem Gedanken vertraut, mittels kleiner Ballons Explosionskörper bis in die Hagelwolken zu bringen, mechanisch zu entzünden und so eine Störung der Schichten zu erreichen, denen die Entstehung der Hagelkörner zuzuschreiben ist. Die Kapitäne Marga und Adhémar de la Hault haben sich dafür geeignete Ballons patentieren lassen. Diese sind birnförmig und führen 1 Kilogramm Sprengstoff nebst Zeitzünder mit sich. Das dünnere, spitz auslaufende Ende ist nach oben gerichtet und bestimmt, die Luft im Aufstieg leicht zu durchdringen und zugleich die Ansammlung von Niederschlägen zu vermeiden. Wahrscheinlich wird das Jahr 1908 schon Nachrichten über die Verwendung dieses neuen Kampfmittels bringen.

Zur Lebensgeschichte des Erdballs.

(Geologie und Geophysik.)

Die Entstehung der Faltengebirge. * Erdalter und periodische Entwicklungszyklen. * Polschwankungen und Polwanderungen. * Aus dem Reiche des Erderschütterers. * Aufstürze und Aufsturzbildungen.

Die Entstehung der Faltengebirge.



Wie herzlich wenig Gewisses ist uns doch über die Bildungsgeschichte der Erdrinde und über die Beschaffenheit des Erdkernes bekannt! Nicht einmal darüber, ob letzterer flüssig, gasförmig, oder, wie neuerdings noch wieder behauptet wird, fest sei, kann ausreichende Gewißheit geschaffen werden. Für die geologischen Erscheinungen in der Erdkruste, die Massendefekte unter Erderhebungen, die Bildung der Gebirge u. a., treten von Zeit zu Zeit wieder neue Erklärungsversuche auf, nachdem die alten so lange ausreichend erschienen waren.

Zu den Erscheinungen, die schon lange die Aufmerksamkeit der Geologie und Feldmeßkunst auf sich gezogen haben, gehören die Lotablenkungen. Nicht in allen Gegenden der Erdoberfläche wirkt die Schwerkraft gleichmäßig. Ein Maß für die Schwerkraft oder die Größe der Anziehung gibt uns die Schwingungsdauer eines Pendels von bestimmter Länge. Stellen der Erdoberfläche, an denen die Anziehung größer ist als an benachbarten, versetzen das Pendel in raschere Schwingung. Wenn wir also mit demselben Pendel von unveränderter Länge die Schwingungsdauer an verschiedenen Orten feststellen, so können wir aus der verschiedenen Schwingungsdauer die Schwerkraft an solchen Stellen berechnen.

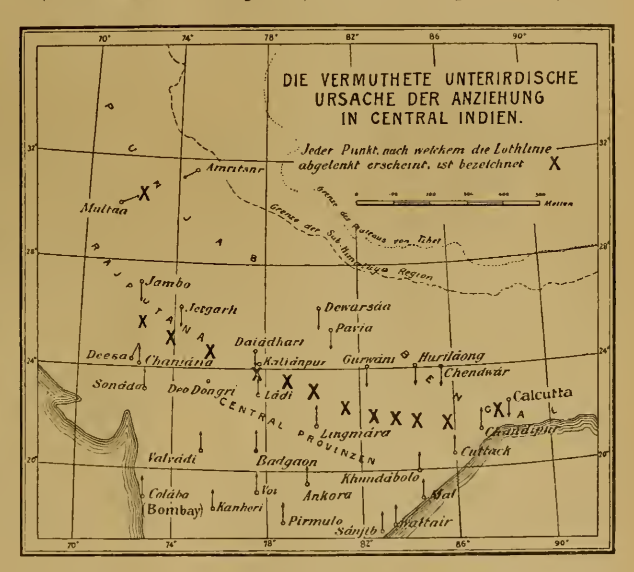
Bei solchen Messungen hat sich nun gezeigt, daß vom Äquator nach den Polen zu die Schwerkraft größer wird, eine Folge der Abplattung der Erde an den Polen. Kennen wir die Größe der Zunahme der Schwerkraft in dieser Richtung, so können wir daraus die Abplattung der Erde ($^1/_{298}$) berechnen und eine Formel ableiten, welche gestattet, die jeder geographischen Breite entsprechende Normalschwerkraft festzustellen. Vergleicht man nun aber die berechnete Normalschwerkraft an bestimmten Orten mit der wirklich beobachteten, auf die Höhe des Meeresspiegels umgerechneten (weil die Normalschwerkraft für diese Höhe gilt), so ergibt sich in den meisten Fällen keine Übereinstimmung zwischen beiden Werten. Die Abweichungen der beobachteten von der normalen Schwerkraft sind nun für unsere Kenntnis des Baues der Erdrinde von größter Wichtigkeit, indem sie uns verraten, daß an den betreffenden Stellen in der Erdkruste Massenanhäufungen oder Massendefekte vorhanden sind.

Wie wichtig die sorgfältige Beobachtung solcher Pendelabweichungen und die Feststellung ihrer Ursachen sei, ergab die trigonometrische Landesvermessung in Indien, wo beispielsweise die geographische Breite von Orten, wie sie sich aus Beobachtungen mit den besten Instrumenten und aus den sorgfältigsten Berechnungen ergab, mit den Ergebnissen aus einer Triangulation nicht übereinstimmte. Es wurde bald klar, daß die Unterschiede nur durch Unregelmäßigkeiten in der Anziehung der Schwerkraft verursacht sein konnten.

Aber wenn man auch die gewaltige Felsenmasse des Himalaya als Hauptursache dieser abnormen Verhältnisse annahm, so waren die Schwierigkeiten dadurch keineswegs gehoben. Zwar erstreckt sich der Einfluß des Himalaya auf die Richtung der Lotlinie bis zum südlichen Teile von Indien, und selbst bei Kap Komorin kann die Gebirgsmasse noch eine Ablenkung von ein oder zwei Winkelsekun-

den verursachen. Aber es zeigte sich auch, daß neben dieser durchgehenden Ursache und kleinen, lokalen Anziehungen noch andere Einflüsse vorhanden waren, die den Einfluß der Himalayaanziehung überwogen und Lotabweichungen in geradezu entgegengesetztem Sinne hervorbrachten. Eine peinlich genaue erneuerte Untersuchung brachte endlich den Aufschluß über die wichtigste Reihe von Ablenkungen, die längs des Parallelkreises von 24° eine der Wirkung des Himalaya entgegengesetzte Anziehung verrieten.

Danach ist der Wechsel des Vorzeichens der Lotablenkung längs des Parallels von 24 Grad einer großen unterirdischen Masse oder Kette von außerordentlicher Dichte zuzuschreiben, die sich von Ost nach West quer durch Indien erstreckt, und zwar auf die beträchtliche Ausdehnung von mehr als 1000 englische Meilen. Die Einflüsse der Anziehung dieser Masse sind von 10° bis 30° Breite bemerkbar. Diese unterirdische Gebirgskette ist die wahrscheinliche Ursache der positiven Ablenkung nördlich von 24° Breite und der negativen Ablenkung südlich davon. Der Einfluß des Himalaya leidet durch sie sowohl durch Ausgleichung wie durch Verdunkelung. Die Längenbogen des Punjab lassen vermuten, daß der unterirdische Gebirgszug in der Radschputana sich sich nach Nordwesten erstreckt und einen Parallelverlauf mit dem Himalaya innehält.



Selbst in vergleichsweise flachen Ländern, wie Rußland, finden sich merkwürdige Pendelabweichungen. In der Nähe von Moskau auf einer 60 Meilen langen Linie, die nahezu von Ost nach West über eine Ebene läuft, sind nördliche Ablenkungen von acht Bogensekunden festgestellt, während längs einer parallelen Linie, 9 Meilen südlich von der ersteren, die Lotlinie vertikal herabhängt. Längs einer dritten Linie, wiederum 9 Meilen weiter nach Süden, findet sich eine südliche Ablenkung von acht Bogensekunden. Wahrscheinlich gibt es aber nur wenige Orte auf Erden, die einen so großen Wechsel in der Richtung der Lotlinie auf so kurze Entfernungen zeigen.

Es haben sich außer diesen noch andere Unregelmäßigkeiten der Massenverteilung gezeigt. Messungen der Schwere mittels Pendelbeobachtungen haben an verschiedenen Stellen der Erde zu dem Ergebnis geführt, daß unter Gebirgen und Hochländern bedeutende Massen fehlen. Zur Erklärung dieser Massendefekte nimmt man gewöhnlich große Hohlräume im Erdinnern an, oder man denkt an das Auftreten von Massen mit geringem spezifischem Gewichte in der Tiefe. Die durch das Pendel angezeigten Defekte sind keineswegs klein, sondern nicht selten von beträchtlicher Größe. M. Haid fand z. B. bei Konstanz einen Massendefekt, der einer Gebirgsschicht von 610 Metern Mächtigkeit (Dicke in vertikaler Richtung) gleichkommt, das spezifische Gewicht der Gebirgsschicht zu 2·42 angenommen. Fr. Ratzel sagt in dem Werke „Die Erde und das Leben", S. 105: „Wir begnügen uns, die Tatsache anzuführen, daß das, was unter den Alpen an Masse zu wenig ist, ungefähr dem entspricht, was in den Alpen an Masse angehäuft ist." Auch Ratzel denkt an das Vorkommen von Mineralien, die leichter sind als die gebirgsbildenden Gesteinsarten, an solchen Stellen.

Gegen diese beiden Erklärungen wendet sich K. Gugler mit einer neuen Hypothese zur Erklärung der Massendefekte unter Gebirgen und Hochländern.*) Von Hohlräumen solcher Größe, so führt er aus, seien in Tiefen, von denen wir noch irgend welche Kenntnis haben, keinerlei Beispiele beobachtet. Man müßte sie also in viel größeren Tiefen vermuten. Nun tritt aber schon in relativ mäßigen Tiefen der Zustand ein, bei welchem die Last der überlagernden Schichten die Druckfestigkeit der Gesteine übersteigt. Man muß unter solchem Drucke den Gesteinen eine Art von Plastizität zuschreiben, und kann aus diesem Grunde unmöglich an Hohlräume in großen Erdtiefen glauben. Das plastische Gestein würde sie ausfüllen.

Was die zweite Erklärung durch Annahme von Massen geringeren spezifischen Gewichtes angeht, so sind solche Mineralien nicht bekannt. Auch für die leichtesten, die man kennt, wie Gips und Steinsalz, ist der Gewichtsunterschied gegen die gebirgsbildenden Gesteine zu wenig bedeutend, und zudem müßten die leichten Gesteine in ganz kolossalen Mengen vorhanden sein, um die Massendefekte er-

*) Vierteljahrsschrift d. Naturforsch. Gesellsch. in Zürich, 51. Jahrg., Heft 2/3.

klären zu können. Verwunderlich wäre es auch, daß keine Spur solcher Mineralien in die uns zugänglichen Regionen versprengt sein sollte.

Mit seinen Bemühungen, eine andere Erklärung zu bringen, geht Gugler von der Tatsache aus, daß die Pendelversuche in den Erdtiefen teils leichtere, teils schwerere Massen verraten, über deren Lage und Verteilung wir uns eine Vorstellung machen müssen. Angenommen, die Gesteinshülle der Erde (mit dem spezifischen Gewichte 2·5) reiche bis zu einer bestimmten Tiefe und darunter folgten Schichten aus Massen von höheren spezifischem Gewichte, so braucht man nur zu schließen, daß unter Gebirgen die leichtere, dem Berggestein an spezifischem Gewichte ähnliche Gesteinsschicht in entsprechend größere Tiefen hinabreicht als an Orten, wo Gebirge fehlen, und die Massendefekte sind einfach und natürlich erklärt.

Aus Berechnungen, die Gugler auf Grund verschieden groß angenommener Mächtigkeit der Gesteinsschicht und der darunter lagernden erzartigen Schicht (spezif. Gew. = 5) vornimmt, ergibt sich, daß unter Gebirgen die Gesteinsschicht genau um ebenso viel tiefer hinabreichen muß, als die Höhe des Gebirges über dem Meere beträgt. Von einer bestimmten Tiefe unter der Erdoberfläche ab ist die über dieser Tiefe lagernde Last pro Quadratmeter stets dieselbe, gleichgültig, ob der betreffende Punkt in Meereshöhe liegt, einem Gebirge von 3000 Metern Höhe oder einem Meere von 3500 Metern Tiefe entspricht. Die Forderung der „Isostasie“ *) ist vollständig erfüllt. Und diese Forderung ist nach Guglers Ansicht unabweisbar, wenn man nicht der festen Erdrinde eine solche Starrheit zuschreiben will, daß sie befähigt wäre, die ungeheueren Belastungen durch die Gebirge auf große Entfernungen und große Flächen zu übertragen und so auszugleichen. Dies ist um so weniger denkbar, als man die Dicke der festen Erdrinde nicht beliebig groß annehmen darf, indem die nach dem Erdinnern zunehmende Temperatur in einer gewissen Tiefe den Grad erreichen wird, bei dem die Gesteine schmelzen.

Hinsichtlich der Gebirgsbildung schließt sich Gugler vollständig den Ansichten an, die Prof. A. Heim in seinen „Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung“ ausgesprochen hat. Danach ist die letzte Ursache der Gebirgsbildung in der fortschreitenden Abkühlung der Erdkugel zu suchen. Man kann sich das so vorstellen, daß für die Erdrinde hinsichtlich ihrer Temperatur eine Art Beharrungszustand eingetreten sei, indem die von der Oberfläche einwärts dringende Abkühlung und die vom heißen Innern nach außen geleitete Wärme einander ausgleichen, derart, daß Temperatur und Volumen der erstarrten Erdrinde unverändert bleiben, während gleichzeitig das heiße Erdinnere durch jene Wärmeabgabe sich abkühlt und sein Volumen vermindert. Der Erdkern schwindet, die Rinde nicht; letztere muß sich also in Falten und Runzeln legen, um dem schwindenden Kerne nachsinken zu können.

*) d. h. der andauernd statischen Balancierung der Erde, die sich darin äußert, daß irgend ein Teil der Erde, durch Stoffzufuhr oder Abtrag aus dem Gleichgewichtszustand gebracht, so lange sinkt bezw. steigt, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist.

Dabei entstehen in ihr riesige horizontale Pressungen (Tangentialschub, der nach Oberbergrat Wepfer 17 Millionen Tonnen pro Quadratmeter beträgt, allerdings unter der unmöglichen Annahme, daß die oberen Erdschichten gar nicht mehr von ihrer Unterlage getragen werden, sondern ein freitragendes Gewölbe bilden). Mag nun auch ein solches Gewölbe lange, bevor der Tangentialschub diese äußerste Größe erreicht, zerdrückt und zerstört sein, jedenfalls ist doch nach Guglers Ansicht der Beweis geliefert, daß diese horizontalen Pressungen sehr wohl diejenige Größe erreichen können, welche die Auftürmung der Gebirge sowie die Faltungen und Überschiebungen der Gebirgsschichten zu erklären vermag. Man bedenke ferner, daß die feste Erdrinde das, was sie durch die Zusammenpressung an horizontaler Ausdehnung verliert, an vertikaler Ausdehnung (Dicke) gewinnen muß. Die zusammengeschobenen Massen werden gleichzeitig nach oben und nach unten ausweichen, d. h. gleichzeitig mit der Gebirgserhebung wird auch das Hinabreichen der festen Rinde in größere Tiefen bewirkt werden. Man könnte sich die Sache auch so vorstellen, daß durch den Zusammenschub erst ein sehr hohes Gebirge gebildet wird, welches dann durch seine große Last wieder einsinkt, und zwar so weit, bis der durch seitliche Verdrängung der tiefliegenden schwereren Massen sich bildende Auftrieb der Gebirgslast das Gleichgewicht hält.

Mit dieser Theorie der Gebirgsbildung, besonders mit den Vorgängen, welche Faltengebirge hervorrufen sollen, beschäftigt sich in eingehender und scharf kritischer Weise eine Arbeit Dr. Otto Ampferers. *) Der umfangreiche Aufsatz wirft nicht nur die Frage nach der Berechtigung der Schardt-Lugeonschen Überfaltungshypothese auf, sondern versucht auch auf einem neuen Wege zu neuen Beurteilungsgründen und Entscheidungen über die Entstehung der Faltengebirge zu gelangen.

Dr. Ampferer schickt einige für den Kern der Sache wesentliche Vorbemerkungen voraus. Die Erde, als Kugel von 6366·8 Kilometern mittleren Halbmessers angenommen, besitzt eine Oberfläche von 510 Millionen Quadratkilometern, während ihr Rauminhalt durch 1,081.065,230.909 Kubikmeter ausgedrückt wird. Die äußersten Kugelschalen von 10, 20, 30 Kilometern Dicke umfassen je $^1/_{213}$, $^1/_{107}$, $^1/_{72}$ des ganzen Erdvolumens.

Die Größe der Faltungskraft, die aus dem idealen Gewölbedrucke der freien Erdschale entspringen müßte und mit der die Faltungshypothese häufig rechnet, ist pro Quadratmeter ungefähr 1720mal größer als die Druckfestigkeit des Granits, die sich mit etwa 10.000 Tonnen pro Quadratmeter ansetzen läßt, während in Wirklichkeit die Festigkeiten der gebirgsbildenden Massengesteine infolge innerer Zertrümmerung, ungleichmäßiger Struktur, Durchfeuchtung und Durchwärmung tief unter diesem Betrage bleiben.

Es wird also eine einigermaßen dickere Erdschale, sofern sie als selbständig gegen ihre Unterlage gedacht wird, durch ihre leichte Zerdrückbarkeit gekennzeichnet sein. Ein beliebig herausgeschnittener

*) Jahrb. der österr. geolog. Reichsanstalt, Jahrg. 1906, Bd. 56.

Keil würde sich nicht selbst zu tragen vermögen, sondern seinen eigenen unteren Teil zerquetschen. Desgleichen kann kein größerer Bogenteil des Erdgewölbes, sobald ihm die Unterlage entzogen ist, sich schwebend erhalten, seiner geringen Festigkeit wegen. So wird die äußere Erdschale in ihrem Verhältnis zum Untergrunde vor allem durch leichte Zerdrückbarkeit ausgezeichnet, so daß Dr. Ampferer anstatt der gebräuchlichen Ausdrücke „Erdrinde, Erdkruste" lieber von einer „Erdhaut" sprechen möchte.

Diese Erdhaut ist also gegen ihren Untergrund durchaus unselbständig. Je geringer ihre Festigkeit im Verhältnis zur Größe der Erde ist, um so empfindlicher wird die Erdhaut für Hebungen, Senkungen und jedes Gefälle des Untergrundes sein. Diese Sensibilität der Erdhaut für Veränderungen in der Tiefe gibt allen Erscheinungen, die aus Bewegungen der Erdhaut entspringen, ein ganz eigenes, unverkennbares Gepräge.

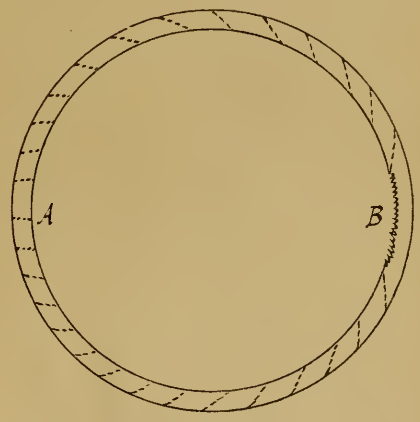
Für die Entstehung von Faltengebirgen werden allgemein die Kräfte seitlich drückender Gesteinsmassen zur Erklärung herangezogen. In ausführlichster Weise, auf die leider nicht näher eingegangen werden kann, zeigt jedoch Dr. Ampferer, daß die herrschende Theorie der Gebirgsbildung mit ihrer Annahme alleinigen oder nahezu ausschließlichen Druckes von der Seite, des sogenannten tangentialen Schubes, den tiefen und innigen Zusammenhang aller Erdhautbewegungen mit dem Untergrund der Erdrinde vernachlässigt. Sie betont das Nebeneinander der Schichten und übersieht das viel Wichtigere, das Untereinander. Die Faltungen, die Einbrüche, die Kontinente und Meeresbecken nur durch die jeweils geringere oder größere Festigkeit der Gesteine gegen Seitendruck zu erklären, erscheint ihm unmöglich. Ein Druck bei A wirkt nicht bis B.

Da die Ursache der Bildung zahlreicher Faltenzonen weder im Umland noch in ihren eigenen Massen liegt, so muß sie im Untergrund gegeben sein. Es müssen unter der Erdhaut Massenbewegungen stattfinden, die man als „Unterströmungen" bezeichnen kann. Vertikale Hebungen sind ebenfalls tätig. Zur Erklärung der Unterströmungen ist für das Innere der Erde eine einigermaßen unregelmäßige Massenverteilung anzunehmen, die jedoch im Verhältnis nicht erheblicher zu sein braucht als die Reliefabweichungen der Erdoberfläche von der glatten Wölbung.

Die Veränderungen des Untergrundes prägen sich nun der Erdhaut einerseits als tektonische, andererseits als sedimentäre Abbildungen ein. Die letztere Abbildung ist sehr viel ungenauer und verzerrter. Beide Reihen von Abbildungen, die örtliche und die zeitliche, deuten durch ihr Zusammenwirken völlig ungezwungen die Erscheinungen des weltweiten Zusammenklanges der Formationen und Transgressionen.*) Periodische Schwankungen des Meeres oder ein System von reinen Senkungen können diese Erscheinungen nicht erklären. Das Wechselspiel von Hebungen und Senkungen erweist sich zu ihrer Erklärung als unumgänglich nötig. Ohne fortgesetzte innere Eingriffe müßten alle großen Sedimentierprozesse ganz anders verlaufen.

Aus dem Nebeneinander verschiedenartiger Sedimentgruppen läßt sich die Oberfläche der Gebirgsbildung in vielen Fällen nicht ausreichend erklären. Das Auftreten von Faltengebirgen, Mittelmeeren, Sprungländern, Ozeanen, Vulkanreihen usw. kann nicht als eine Funktion der jeweiligen örtlichen Gesteinsfestigkeiten verstanden werden. Die dazu nötigen Unterschiede sind in den wechselreichen mächtigen Sedimentfolgen durchaus nicht vorhanden.

Dagegen weisen ganze Gruppen von Merkmalen und Beziehungen gleichsinnig darauf hin, daß die Ursache aller dieser Gebilde in Äußerungen des Untergrundes der Erdhaut zu suchen ist. Gewiß sind daneben verschiedene andere Hypothesen für einzelne Fälle anwendbar und zuläßig. Keine dagegen läßt sich mit Recht zu einem einheitlichen geologischen Weltbilde vergrößern.



Skizze zur Veranschaulichung der Druckübertragung in einem Erdringe.

Alle Versuche, die Gebirgsbildung durch einheitliche Bewegungen zu erklären, sind von vornherein mißlungen. Die Faltengebirge stellen sich nicht als einheitliche Bewegungsbilder der Gesteinsmassen dar, die durch eine Bewegungsformel in ihre ursprünglichen Ablagerungsformen zurückgeführt gedacht werden können.

Hier liegt ein mächtiger wechselvoller Bereich von mannigfaltigen Bewegungen vor uns, von Hebungen, Senkungen, Schiebungen, von Vor- und Rückfaltungen, Hin- und Herflutungen, von Zerrungen und Pressungen, von Magmaförderungen und Einbrüchen. Aufwärtsbewegung wechselt mit abwärts und seitwärts gerichteter, Zerrung mit Pressung, und der Sinn (die Richtung) des Faltenschubes ist keineswegs ein unveränderlicher.

Die Einheitlichkeit der großen Faltengebirge kommt vor allem dadurch zu stande, daß die Bewegungen des betreffenden Gebirgsraumes im Laufe ungeheuerer Zeiten stets mehr oder weniger von den Bewegungen der Umgebung verschieden gestaltet waren. Es ist nicht ein Bewegungsakt, sondern

*) Formationen = die einzelnen Ablagerungsschichten der Erdrinde; Transgressionen = Hervortreten des Meeres über seine Grenzen und Überfluten großer Ländermassen.

eine lange Reihe von solchen, welche diesen Streifen der Erdhaut ihre ausgezeichnete Stellung bereiten.

Man könnte nun, so schließt Dr. Ampferer, vielleicht sagen, daß damit nichts weiter als ein räumliches Tieferlegen der Ursachen der Gebirgsbildung erreicht sei. Dem ist indessen nicht so, einmal, weil diese Tieferlegung eine notwendige ist, und dann, weil durch die Umkehrung, durch den Schluß von den Formen der Erdhaut auf die Zusammensetzung und Art des Untergrundes die Möglichkeit einer systematischen, wissenschaftlichen Erforschung der tieferen Erdzonen nähergerückt wird.

Damit ist einer bedeutenden Erweiterung der geologischen Forschungs- und Erkenntnisgebiete überhaupt Bahn gebrochen.

Auch nach einer zweiten Seite, der Feststellung des Alters und der periodischen Entwicklungszyklen der Erde, ist die Forschung, wie der folgende Abschnitt zeigt, in rüstigem Fortschreiten begriffen.

Erdalter und periodische Entwicklungszyklen.

Über die Perioden der Erdgeschichte spricht sich in einer Originalmitteilung Dr. Th. Arldt aus.*) Nachdem sich die Ansicht Bahn gebrochen hatte, daß die Entwicklung der Erdrinde nicht in mehrfachen, alles vernichtenden Katastrophen, sondern langsam und stetig erfolgt sei, wurden die früher angenommenen geologischen Formationen zwar nicht gänzlich verworfen, aber doch gespalten, anders gruppiert und zu größeren Formationen zusammengefaßt, die, analog den Perioden der Menschheitsgeschichte, als Urzeit (Archaikum), Altertum (Paläozoikum), Mittelalter (Mesozoikum) und Neuzeit des Lebens (Känozoikum) bezeichnet wurden. Diese Perioden umfassen nicht die ganze Erdgeschichte; mindestens schließen sie die ganze Zeit aus, in der die Erde ein selbstleuchtender Stern war, und höchstwahrscheinlich umfassen sie auch einen beträchtlichen Teil der späteren Erdgeschichte nicht mit. Manche Forscher sehen allerdings in den untersten Schichten der Urgneisformation die alte Erstarrungskruste der Erde. Eine Berechnung auf Grund der physikalischen Formel, die sich auf die Abkühlung einer Kugel von der Art der Erde bezieht, ergibt jedoch für das Kambrium, aus dem wir doch schon reiche Fossilreste besitzen, Temperaturen, die ein organisches Leben überhaupt unmöglich machen würden. Die Erstarrung der Erdoberfläche muß also weit früher erfolgt sein.

Betrachten wir den Formenreichtum der kambrischen Fauna, in der alle Tierkreise bis auf die wahrscheinlich zur fossilen Erhaltung ihrer frühesten Formen noch ungeeigneten Wirbeltiere enthalten sind, fassen wir ferner den mutmaßlichen Stammbaum der niederen Tierwelt ins Auge: so kommen wir unweigerlich zu dem Schlusse, daß der Anfang alles Lebens tief im Archaikum gelegen ist. Da nun die Eiweißstoffe aus der Gruppe der Albumine schon bei etwa 60 Grad zu gerinnen anfangen, so muß die Temperatur der Urozeane, in denen das Leben sich bildete, und damit auch die der Erde bei dieser Bildung unter 60 Grad gelegen haben.*) Es konnte also zu der Zeit, als die untersten Gneisschichten im Urozean als Sedimente sich ablagerten, höchstens eine Temperatur von 100 Grad die mittlere Temperatur der Erdkruste sein. Dann liegt aber auch die Bildung des Urozeans noch weiter zurück, mag sich sein Wasser aus der Atmosphäre niedergeschlagen oder aus Gasaushauchungen des glutigen Erdkerns gebildet haben; jedenfalls konnte sie nicht früher erfolgen, als bis die Erdkruste sich auf die kritische Temperatur des Wassers (364·3 Grad) abgekühlt hatte. Vorher gab es eine Periode, in der die Erdoberfläche vollständig trocken war, und endlich muß die Bildung der Erdkruste eine beträchtliche Zeit in Anspruch genommen haben.

So ergeben sich im ganzen elf Perioden der Erdgeschichte. Aus einem Nebelflecke wurde die Erde nach und nach zum weißen, zum gelben und zum roten Stern. Es folgen die Perioden der Krustenbildung, des wasserlosen Schlackenballes, des unbelebten Urozeans, dann endlich Urzeit, Altertum, Mittelalter und Neuzeit des Lebens. Über die relative Dauer der einzelnen Perioden der Erdgeschichte lassen sich leichter Zahlen aufstellen, als über ihre absoluten Längen. Hinsichtlich der letzten vier Perioden gelangt man am leichtesten zu einem annähernd haltbaren Ergebnis, wenn man die Mächtigkeit der in ihnen gebildeten Formationen miteinander vergleicht. Die Gesamtmächtigkeit aller uns bekannten Schichten beträgt 72.000 Meter; davon entfallen auf die Neuzeit etwa 1000 Meter, 3000 auf das Mittelalter, 30.000 auf das Altertum und 38.000 auf die Urzeit der Erde. Diese Zahlen geben uns also einen Aufschluß über die ungefähre relative Dauer dieser Perioden. Weiter rückwärts versagt allerdings diese Methode der Zeitbestimmung, und Dr. Arldt macht den Versuch, hier auf Grund der Abkühlungsformel der Erde zu Resultaten zu kommen. Bei den noch weiter zurückliegenden Stadien, den Perioden des roten, gelben und weißen Sterns, bieten die Temperaturmessungen einen ungefähren Anhalt. Nach Scheiner haben weiße Sterne eine Temperatur von etwa 15.000°, die der gelben liegt zwischen 15.000 und 4000°, während die der roten bis auf 3000° herabgeht. Bei dieser Temperatur kann man deshalb die Periode der Krustenbildung der Erde beginnen lassen. Die Periode des roten Sternes erscheint ziemlich kurz, übereinstimmend mit dem Umstand, daß von 10.000 untersuchten Sternspektren noch nicht 1 Prozent der roten Klasse angehört, während 47·6 Prozent auf die gelbe und 51·5 Prozent auf die weiße Klasse entfallen. Es scheint also ein Stern in seiner weißen Periode etwas, aber nicht viel länger als in der gelben zu verharren. Es ergeben sich also, wählt man als Zeiteinheit die seit Beginn der Tertiärs verflossene Zeit, die einer Schichtendicke von 1000 Metern entspricht, folgende Einzelwerte:

*) Naturw. Rundsch. XXI. Jahrg. 1906, N. 50.

*) Die Annahme, daß der Ozean die Mutter des Lebens sei, ist allerdings unbewiesen und neuerdings angefochten (s. Jahrb. V, S. 119).

Periode.	Dauer.	Erdtemperatur.
11. Neuzeit	1	15,4°
10. Mittelalter,	3	16,7°
9. Altertum,	30	36,7°
8. Urzeit des Lebens,	38	100,0°
7. Unbelebter Urozean	49	364,3
6. Wasserloser Schlackenball	48	
5. Krustenbildung	43	von 1000° ab,
4. Roter Stern mehr als	10	bis 3000° herab
3. Gelber Stern	30	bis 4000° herab
2. Weißer Stern	54	ungef. 15000° C.
1. Nebelfleck	?	?

Vergleichen wir, um uns diese Zeiträume anschaulicher zu machen, die seit der Bildung des weißen Sternes verflossene Zeit mit einem Tage und lassen wir die Bildung des weißen Sternes um Mitternacht erfolgen, so würde die Zeit des gelben Sternes um 4 Uhr 6 Minuten, die des roten um 7 Uhr 54 Minuten beginnen; die Krustenbildung dauerte von 8 Uhr 39 Minuten bis 11 Uhr 55 Minuten, der Ozean schlüge sich um 2 Uhr 49 Minuten nachmittags nieder, das Leben begänne frühestens abends 6 Uhr 32 Minuten, das Paläozoikum 9 Uhr 25 Minuten, das Mesozoikum nachts 11 Uhr 42 Minuten, das Känozoikum 11 Uhr 55 Minuten 27 Sekunden. Das Auftreten des Menschen würde nur 33 Sekunden vor Mitternacht erfolgen, und dabei ist noch die Nebelfleckzeit der Erde überhaupt nicht berücksichtigt und ihr Altertum (weißer Stern bis Krustenbildung) jedenfalls zu kurz gerechnet.

Absolute Zahlen sind natürlich höchst unsicher. Durch Vergleiche mit astronomischen Daten sind einzelne Forscher zu dem Ergebnis gekommen, daß seit Beginn der Quartärzeit 500.000 Jahre verstrichen sind, und diese Länge scheint ihr auch nach geologischen Befunden zuzukommen. Es würden dann für die Neuzeit des Lebens, für die relative Zahl 1, rund 2·5 Millionen Jahre einzusetzen sein, ein für Menschenbegriffe und die Menschheitsgeschichte ganz ungeheuerer Zeitraum, der aber den Gesetzen der Physik entspräche. Denn ehe die Erde sich um einen Grad abkühlt, müssen jedenfalls Millionen Jahre vergehen, nach einer Berechnung Dr. Arldts 6¼ Millionen. So erhalten wir wenigstens ein ungefähres Bild von der gewaltigen Länge der Zeit, die unsere Erde brauchte, um sich bis zu ihrem jetzigen Zustand zu entwickeln.

Alles Leben, ja alle Vorgänge auf der Erde scheinen sich nicht in gerade auffsteigenden, sondern in kreisförmigen, elliptischen, bisweilen auch spiraligen Linien, in Zyklen zu entwickeln, nach deren jedesmaligem Ablaufe die Entwicklung nur um ein weniges vorgeschritten erscheint. Auch in der Geschichte der Erde hat man eine solche Zyklenfolge schon längere Zeit hindurch geahnt und für die Eiszeiten nicht ohne Erfolg auch nachzuweisen versucht. Dr. Th. Arldt ist es gelungen, diesen Gedanken der immer wiederkehrenden Periodizität im einzelnen mit Erfolg durchzuführen.*)

Er betrachtet nacheinander die geologischen Vorgänge, die eine wesentlich umgestaltende Wirkung auf die Erdkruste ausgeübt haben, die Gebirgsbildung, die vulkanischen Eruptionen, die Eiszeiten und die großen Transgressionen.

Der Vorgang der Faltengebirgsbildung hat nicht während aller Formationen mit gleicher Intensität gewirkt, aber auch niemals ganz aufgehört; ebensowenig hat er allmählich bis zur Gegenwart abgenommen. Es wechseln vielmehr Zeiten gewisser Ruhe mit solchen intensivster Faltungstätigkeit. Die letzte Gebirgsbildungsperiode beginnt etwa am Anfang der Tertiärzeit, erreicht ihre größte Höhe im Miozän und Pliozän und dauert jedenfalls gegenwärtig noch an. Ihr verdanken wir die Auffaltung der jungen Kettengebirge, die in einem vermutlich auch im Süden (Antarktis) geschlossenen Ringe den großen Ozean umgürten als Kordilleren, Felsengebirgssystem, asiatische Inselbögen und melanesisch-neuseeländische Ketten, sowie einen zweiten Zug, der sich von den Pyrenäen und der Sierra Nevada über Alpen, Kaukasus und Himalaya bis in das Gebiet der ostindischen Inselwelt erstreckt. Die mit dieser Gebirgsbildung Hand in Hand gehende Zerklüftung der Erdkruste führte zu einem starken Hervortreten des Vulkanismus, durch den Basalte, Trachyte, Phonolithe und Andesite ausgestoßen wurden. Weiter zurückgehend finden wir in der Kreide-, Jura- und Triasformation sowie der oberen (Zechstein-) Abteilung des Perm eine Zeit der Ruhe. Dagegen war von der Mitte der Steinkohlenzeit bis zur Mitte des Perm eine zweite, die ganze Erde umfassende Gebirgsbildungsperiode. Es entstanden damals in Europa unter anderen die „Variskischen Alpen" und die „Aremorikanischen Pyrenäen", deren Reste wir in den meisten deutschen und französischen Mittelgebirgen sehen, ferner das Hochland von Spanien, die Gebirge Sardiniens und Korsikas, der Ural, in Asien der Altai, das chinesische Bergland, die ostsibirischen Gebirgszüge, in Amerika die Alleghanies, die Sierren der Pampas, in Afrika die Gebirge des Südens und in Australien das östliche Bergland. Man bezeichnet im Gegensatze zu der tertiären „alpinen" Faltung diese permisch-karbonische als „herzynische" Faltung. Die sie begleitenden vulkanischen Vorgänge ließen dem Erdinnern Porphyre, Porphyrite und Melaphyre entquellen, zu denen sich die Pechsteinvorkommnisse gesellen. Eine dritte, noch ältere Faltungsperiode ist silurisch-devonisch und wird als „kaledonische" bezeichnet. Ihr gehören z. B. die Falten Nordschottlands, das norwegische Hochland, der Böhmerwald, Gebirgszüge der Gobi, Teile der Alleghanies, Grönland, das brasilische Bergland, die Falten in Nordafrika und Arabien an. Die Eruptivgesteine dieser Periode sind vorzugsweise Diabase. Eine vierte, die früheste sicher nachgewiesene Faltungsperiode fällt in das Algonkium. Ihr gehören an die Lofoten und Hebriden, die Küstenketten von Labrador und Baffinland, die Falten der russischen Tafel und besonders die Bergketten von Transbaikalien, der Mandschurei, Korea und Nordchina. Als vulkanische Gesteine treten auch hier häufig Diabase auf, zu denen Gabbro neu hinzukommt. Aus den Formationen des Archaikums lassen sich direkt keine Faltungsperioden nachweisen; daß jedoch die Faltung

*) Naturwiss. Wochenschrift, Bd. VI, No. 13.

auch damals nicht ruhte, beweist der überall, wo er auftritt, gefaltete Urgneis.

Von den Eiszeiten folgte die jüngste, die diluviale, auf das Maximum der Gebirgsfaltung in der jüngeren Tertiärzeit und erstreckte sich über die ganze Erde mit periodischen Schwankungen, die den Wechsel von Glazial- und Interglazialzeiten bewirkten. Eine zweite ziemlich sicher nachgewiesene Eiszeit, die permische, schließt sich gleichfalls an eine Gebirgsbildungsperiode, die herzynische, an. Die permische Glazialzeit ist nicht so universell verbreitet wie die diluviale, es scheint sich damals nur um eine Vergletscherung der Gebirge gehandelt zu haben. Je weiter zurück wir in der Geschichte der Erde gehen, desto unsicherer werden Eiszeitreste. Man hat eine solche Kälteperiode für die Devonzeit, eine andere für die Silurzeit vermutet; auch gewisse Konglomerate am Grunde des Kambrium könnten Moränenreste sein.

Ein Blick auf die zwischen den Faltungsperioden liegenden Zeiten zeigt uns große Transgressionen: das Meer breitet sich über weite Länderstrecken aus. Die größte derartige Transgression kennen wir aus der oberen Kreideformation, in der sie sich fast über die ganze Erde erstreckte und besonders große Dimensionen im Gebiete des Atlantischen Ozeans annahm. Auch die übrigen bekannten fallen immer in die Lücken der Gebirgsbildungsperioden und der Eiszeiten.

Es ergibt sich somit eine Reihe von Zyklen, in denen auf eine Transgression Gebirgsbildung und vulkanische Tätigkeit und auf diese eine Eiszeit folgt. Diese für die jüngeren Perioden nachgewiesenen, für die älteren nur zu vermutenden Zyklen sind folgende:

I. Mesozoisch-känozoischer Zyklus (Zechstein bis Gegenwart).
Diluviale Eiszeit = Diluvium.
Eruptionen von Trachyt, Phonolith, Andesit, Basalt } = Tertiär bis Gegenwart.
Alpine Faltung }
Transgressionen = Zechstein bis Kreide.

II. Jungpaläozoischer Zyklus (Mitteldevon bis Rotliegendes).
Permische Eiszeit = Rotliegendes.
Eruptionen von Porphyr, Porphyrit, Melaphyr } = Oberkarbon bis Rotliegendes.
Herzynische Faltung }
Transgressionen = Mitteldevon bis Unterkarbon.

III. Silurischer Zyklus (Obersilur bis Unterdevon).
Devonische Eiszeit? = Unterdevon.
Eruptionen von Diabas und Porphyr.
Jungkaledonische Faltung = Silur bis Devon.
Transgressionen = Obersilur.

IV. Kambrischer Zyklus = (Kambrium bis Untersilur).
Silurische Eiszeit? = Untersilur.
Eruptionen von Diabas und Porphyr } = Silur.
Altkaledonische Faltung }
Transgressionen = Kambrium.

V. Algonkischer Zyklus (Oberster Phyllit bis Algonkium).
Präkambrische Eiszeit.
Eruptionen von Gabbro und Diabas.
Hebridische Faltung.
Transgressionen.

VI. Urschiefer-Zyklus? (Glimmerschiefer bis oberer Phyllit).

VII.—X. Urgneis-Zyklen?

Die letzten Zyklen sind natürlich reine Annahmen, die sich schwerlich jemals auf direktem Wege nachweisen lassen werden.

Dr. Arldt zeigt sodann, daß zwischen den einzelnen Erscheinungen der Zyklen ein logischer Zusammenhang besteht; daß eine Gebirgsauffaltung vulkanische Tätigkeit auslösen muß; daß während der Pausen der Gebirgsbildung die abtragende Tätigkeit des Wassers in den Vordergrund treten und die Gebirge erniedrigen muß, wodurch direkt die mittlere Höhe des Landes sinkt und ferner, durch Hinabführen der Gebirgsschuttmassen ins Meer, dessen Boden und damit auch sein Spiegel erhöht wird, was auch noch indirekt eine Erniedrigung der mittleren Höhe des Landes bedeutet. Das Meer muß sich dabei über die flachen Tiefebenen ausbreiten, und da solche Ebenen von geringer Meereshöhe weite Räume einnehmen, so wird die Folge eine weitere Ausdehnung der Meeresfläche, eine große Transgression sein. Während der Transgressionsperioden wird im allgemeinen ein etwas wärmeres Klima herrschen als während der Zeiten der Gebirgsbildung. Daher schließen sich die Eiszeiten stets an letztere an. Dr. Arldt ist der nicht unbegründeten Ansicht, daß an der Entstehung der Eiszeiten das Freiwerden großer juveniler (in der Tiefe neugebildeter) Wassermassen durch die gesteigerte vulkanische Tätigkeit beteiligt sei, wenn auch dies allein zum Zustandekommen der Eiszeiten nicht ausreiche.

Gegenwärtig leben wir nach Dr. Arldt jedenfalls noch in der Zeit der Gebirgsbildung. Dafür spricht das deutliche Hervortreten tetraedrischer Züge im Relief der Erdoberfläche, die lebhafte vulkanische Tätigkeit, die Senkung der ozeanischen Flächen. Nach der Analogie der früheren

Zyklen sei es deshalb auch nicht unmöglich, daß wir noch eine neue Eiszeit zu erwarten hätten, wie einzelne Forscher voraussehen. Irgend eine Sicherheit aber kann uns in diesem Falle auch die Annahme von Zyklen nicht geben.

Daß diese Eiszeit noch in weitem Felde liegt, scheint durch den Rückgang der Gletscher in den Alpen hinreichend verbürgt.*) Sehen wir ab von dem sehr beträchtlichen Rückgange, den viele Alpengletscher im Jahre 1905 durch den heißen Sommer dieses Jahres erlitten haben, und betrachten wir größere Zeiträume, so ergibt sich unzweifelhaft, daß die Gletscherwelt der Alpen, von einigen noch unerklärlichen Ausnahmen abgesehen, in stetem, wenn auch langsamem Rückgange begriffen ist. In den Walliser Alpen ist seit 1892 der Durandgletscher bei Zinal um 436 Meter, der Zanfleurongletscher um 415 Meter, der Grand Desertgletscher um 174 Meter, der Aletsch um 160 Meter zurückgegangen. In den Berner Alpen ist der untere Grindelwaldgletscher am stärksten, nämlich seit 1895 um 281 Meter, zurückgegangen. Auch aus den Zentralalpen wird allgemeiner Rückgang gemeldet, für den Hüfi um 110, für den Brunigletscher um 120 Meter seit 1895, ebenso im Becken des Rheins, wo der Segnesgletscher 101, der Vorabgletscher 117 Meter seit 1897 einbüßte. Im Engadin ist seit 1897 der Morteratsch um 94, der Roseggletscher um 147, der Fornogletscher um 20 und der Palügletscher um 106 Meter zurückgegangen. Auch der Picuogl, der bald wächst, bald abnimmt, hat doch seit 1897 einen allgemeinen Rückgang von 98 Metern erlitten.

Nach einer Zusammenstellung der internationalen Gletscherkommission für die Jahre 1895 bis 1904 sind in den bayrischen und österreichischen Alpen von 115 Gletschern, die der Beobachtung unterworfen waren, 91 im Rückgange und 24 in mehr oder weniger sichergestelltem Wachstum begriffen. Zieht man die Resultate aus den Schweizer Alpen dazu, so kann man wohl auf einen allgemeinen andauernden Rückgang schließen.

Über die Mächtigkeit der glazialzeitlichen Eisdecke scheinen bisher stark übertriebene Annahmen gemacht zu sein. Europäische Geologen nahmen bis zu 5000 Fuß Dicke an. Prof. Klautzsch, der sich hierin an E. H. L. Schwarz**) anschließt, hält die Schätzungen für viel zu hoch. Nach den Messungen Nansens und v. Drygalskis beträgt das beobachtete Maximum der Eisdecke durchschnittlich bis zu 1600 Fuß. Die Temperatur der Eismasse steigt von Graden unter Null an der Oberfläche allmählich nach der Tiefe zu. Unter dem Drucke einer Eismasse, die mächtiger als 1600 Fuß ist, würde also schon aus physikalischen Gründen der Schmelzpunkt des Eises erreicht sein; eine so mächtige Eisdecke kann also gar nicht existieren. Wenn nach Schrammungs- und Abhobelungsspuren an Talwänden das Eis dort, z. B. am Ferrargletscher, 3000 bis 4000 Fuß höher gewesen zu sein scheint als heute, so gibt es auch dafür eine ganz einleuchtende Erklärung. Da mehr Eis vorhanden war, muß das Klima milder als heute gewesen sein, da es für kalte Luft physikalisch unmöglich ist, mehr Feuchtigkeit zu enthalten, um den Gletschern eine erhöhte Zufuhr geben zu können. Bei dem milderen Klima konnte das Eis leichter schmelzen, es flossen unter den Gletschern starke Ströme, die während der Hauptvereisung eine stärkere Erosion und damit eine schnelle Vertiefung der Täler herbeiführten. Auf diese Weise, also durch ehemaliges Höherliegen der Talböden, lassen sich ungezwungen die in Europa und Amerika beobachteten Eismarken 3000 bis 4000 Fuß über den Talböden erklären, ohne daß man eine so gewaltige Gletscherdicke anzunehmen nötig hat.

Für den Aufschluß ausgedehnter Transgressionen an die Eiszeiten spricht die Geschichte des Ostseebeckens nach der Eiszeit, wie sie durch schwedische Geologen, besonders durch de Geer und Munthe, festgestellt ist. Nach einer zusammenfassende Arbeit von H. Spethmann*) verlief die Entwicklung des baltischen Beckens folgendermaßen:

Unmittelbar nach dem Abschmelzen des Eises war das Ostseebecken mit der Nordsee und dem Weißen Meere verbunden, besaß also den Charakter eines salzhaltigen Eismeeres und wird für diese Zeit als „Yoldiameer" bezeichnet. Auf dem vom Eise befreiten festen Lande siedelten sich in Sümpfen und Mooren die winzigen Vertreter der Eiszeitflora, die zierliche nordische Dryas, die Zwergbirke, die Polarweide an, während auf trockenem Boden die Kiefer mit ihren Begleitpflanzen zur Herrschaft gelangte. Ein allmähliches Steigen des Landes bewirkte, daß die Ostsee vom Weltmeere abgeschnitten wurde und als Binnenmeer durch die Gewässer der einmündenden Flüsse allmählicher Aussüßung verfiel, so daß auch Süßwassermuscheln in dem Becken des Baltikums leben konnten. Nach der Leitmuschel Ancylus fluviatis bezeichnet man die Ostsee dieser Zeit als „Ancylussee".

Diese Periode muß ziemlich lange angehalten haben. Denn während zu ihrem Beginne noch die Kiefer das Land bedeckte, bildete bei ihrem Aufhören die Eiche, die vorher fehlte, den herrschenden Waldbaum. Als die Eichenzeit ihren Höhepunkt erreicht hatte, fing das die Ostsee umsäumende Land zu sinken an. So gelangte das abgeschlossene Ostseebecken wieder mit dem Ozean in Verbindung, und zwar in größerem Maße, als es heute der Fall ist. Weichtiere, wie die Auster, die jetzt ausschließlich in der Nordsee leben, konnten damals infolge des wieder gesteigerten Salzgehaltes auch in der Ostsee existieren. Diese Periode der Ostsee bezeichnet man nach dem Leitfossil in den Ablagerungen an den schwedischen Küsten als das „Litorinameer"

Eine geringe Hebung im nördlichen Dänemark und in Südschweden hat dann der Ostsee ihre heutige Gestalt, in der sie nur noch durch den Sund und die beiden Belte mit der Nordsee verbunden ist, gegeben. Die südwestliche Ostsee, ungefähr von der Odermündung bis zur Kieler Föhrde, scheint eine von der geschilderten abweichende, durch eine höhere Lage der benachbarten Küsten bedingte Ent-

*) Gaea, 42. Jahrg., Heft 10.
**) Geological Magazine 1906, No. 3.

*) Naturw. Wochenschrift, Bd. VI, No. 7.

wicklung durchgemacht zu haben, deren Einzelheiten noch nicht durchgehends festgestellt sind.

Polschwankungen und Polwanderungen.

Auf eine Reihe ähnlicher Hebungen und Senkungen werden wir an den Küsten des Mittelmeeres durch alte Strandlinien und Höhlen, die teils unter, teils weit über dem Meeresspiegel liegen, aufmerksam gemacht. Dr. M. Wilhelm Meyer hat diese Erscheinungen auf der Insel Capri, wo sie auf engstem Raume nebeneinander zu finden sind und zu Erklärungsversuchen geradezu herausfordern, eingehend studiert, und sein Bericht darüber ist von hohem Interesse.*)

Das brandende Meer höhlt noch jetzt am Ufer der Wunderinsel unablässig Grotten in dem weichen Kalkstein aus. Aber auch hoch über dem jetzigen Meeresspiegel liegen solche Höhlen und andere vom Meere geschaffene Naturwunder, wie die Mithrasgrotte, der Arco Naturale und viele andere Höhlen und Nischen. Erstere, in einem der vielen Einschnitte gelegen, die das Meer auf der Südostseite eingefressen hat, befindet sich mit ihrer Sohle etwa 60 Meter über dem Meeresspiegel. Der berühmte Arco Naturale, ein mächtiger Turm oder Triumphbogen, der, unten dreifach ausgehöhlt, auf Riesenfüßen steht, erscheint als der vom Meere losgelöste Eingangsbogen einer an der gegenüberliegenden Felswand eingegrabenen Grotte. Er liegt noch wesentlich höher als die Mithrasgrotte, 100 bis 120 Meter über dem gegenwärtigen Meeresspiegel. Fensterähnliche Öffnungen in seinen Pfeilern deuten an, daß das Meeresniveau nicht gleichmäßig tiefer sank, sondern stufenweise, indem es zeitweilig ungefähr auf gleicher Höhe blieb, um die Grotten, bezw. ein Fenster auszuarbeiten, dann aber schnell tiefer sank, ohne Zeit zu behalten, die Zwischenwände, welche die Fenster trennen, mit wegzunehmen. Andere Felswunder von Capri bestätigen diese Annahme.

Noch ein anderer Beweis existiert für den ehemaligen Höherstand des Meeres. Dr. Cerio, der durch Jahrzehnte lang fortgesetzten Eifer ein reiches Museum voll naturgeschichtlicher und archäologischer Schätze auf Capri gesammelt hat, fand bei Gelegenheit eines Neubaues in der Stadt auf etwa 130 Meter Meereshöhe große Stücke anstehenden Felsens, die von ebensolchen Bohrmuscheln angefressen waren, wie sie auch noch heute im Mittelmeere vorkommen, und die auch die Löcher in die deswegen berühmten Säulen des Serapistempels zu Puzzuoli gebohrt haben. Um diese 130 Meter muß also das Meer mindestens höher gestanden haben zu einer Zeit, die höchstens um ein geologisches Zeitalter gegen die unsrige zurückliegt, um das Ende der Tertiärzeit.

Einige hundert Meter von jenem Fundorte hat Dr. Cerio bei Ausschachtungsarbeiten einen noch viel merkwürdigeren Fund gemacht, der den Beweis für die gerade umgekehrte Tatsache liefert, daß der Meeresspiegel — und zwar zu einer späteren Zeit — wesentlich tiefer gelegen haben muß als heute. Er fand nämlich wohlerhaltene Riesenzähne nebst schlecht erhaltenen Knochen vom Mastodon und vom Nilpferd, von denen das erstere zur Diluvialzeit auch in nordischen Gegenden gelebt hat, nicht aber auch das Nilpferd. Es muß also in der Epoche, in welche, von warmen Zwischenpausen unterbrochen, die Eiszeiten fielen, Capri ein Teil des Festlandes gewesen sein; dieses muß durch eine Landbrücke mit Sizilien und weiter über Malta hinweg mit Afrika zusammengehangen haben, so daß das Nilpferd auf diesem Wege, für dessen Vorhandensein auch noch andere Tatsachen sprechen, nach Capri gelangen konnte. Dieser Landzusammenhang würde auch heute noch ohne weiteres eintreten, wenn das Meeresniveau um etwa 200 Meter hinabginge. Die Insel hätte damals also ihre natürliche Verbindung für einige Zeit wiedergewonnen; denn sie ist, wie ihr Gestein und die völlige Vulkanlosigkeit beweisen, ein losgelöstes Stück der festen Gebirgsrippe des Apennin, der selbst auch keine vulkanischen Erscheinungen zeigt.

Steigen wir von den Höhen Capris zur Küste hinab, so erregen dort neben den wie bei Helgoland von der Insel losgespülten, meerumbrandeten Felsbrocken vor allem die Höhlen unsere Bewunderung. An der Ostseite die weiße, an der Südseite die grüne und die rote und an der Nordseite die blaue Grotte sind die berühmtesten. Das wunderbare völlige Durchtränktwerden des blauen Meerwassers von Licht, das die letztere bietet, wird dadurch erzeugt, daß das Licht von unten her schräg in das Wasser dringt, sich an der Unterseite der Oberfläche bricht und nach unten zurückgeworfen wird, so daß die Lichtstrahlen direkt das Wasser gar nicht verlassen können. Es wird dadurch gewissermaßen selbstleuchtend in sich, und wir bringen in den Tropfen am Ruder sozusagen losgelöstes Licht mit herauf. Diesen Effekt nun könnte das wenige Licht, das durch die enge Eingangspforte dringt, allein nicht erzielen. Wir entdecken in der Tat auch bald noch eine andere, viel größere Felsenöffnung, deren oberer Rand jetzt 2¼ Meter unterm Meeresspiegel liegt, die aber noch bis 15 Meter tief hinunterreicht und 12 Meter breit ist, also ein ganz imposantes Eingangstor für das Licht bildet; ihr allein verdankt die Grotte ihre Wunderwirkung.

Diese unterirdische Öffnung konnte aber nur über dem Wasser durch die Brandung geschaffen werden; der Meeresspiegel lag also hier einmal tiefer, und zwar zur Zeit der römischen Kaiser. Die genaue Untersuchung der Bogenöffnung hat ergeben, daß sie künstlich hergestellt oder doch künstlich vergrößert und abgerundet worden ist. Mauerreste im Innern der Grotte und eine vom Meere aufwärtsführende Treppe beweisen, daß die Grotte damals zu Badezwecken benützt wurde. Wenn sie dennoch von keinem antiken Schriftsteller erwähnt wird, so liegt das eben daran, daß sie noch nichts Besonderes bot, die blaue Grotte noch nicht war, sondern nur eine Höhle mit Wassergrund wie andere auch. Später ist das Wasser noch bedeutend über den jetzigen Stand gestiegen, so daß die Grotte während des Mittelalters völlig durch das Wasser geschlossen und in Vergessenheit geraten war.

*) Velhagen und Klasings Monatshefte, 21. Jahrg. (1907). Heft 8.

Bei den Bädern des Tiberius an der Nordseite der Insel sieht man ungefähr 1 Meter unter dem Meeresspiegel den Fußboden eines imposanten Baues aus der Kaiserzeit, dessen Ruinen aus dem Meere emporragen. Unweit der weißen Grotte, die sich etwas südöstlich unter dem Arco Naturale befindet, zeigt der Uferfels eine seltsame Ausmeißelung, die in gleicher Höhe von etwa 5 Metern über dem gegenwärtigen Meeresspiegel rings um die Insel herum in ähnlicher Weise zu erkennen ist. Genau eine solche Auskehlung arbeitet das Meer heute an seiner Grenzfläche im Felsen aus. Jene obere ist eine noch fast völlig intakt erhaltene Uferlinie, die uns klar vor Augen stellt, daß vor relativ ganz kurzer Zeit das Meer um diese 5 Meter höher stand, was ja, um die Geschichte der „Blauen Grotte" zu verstehen, zu beweisen war. Diese jüngste Brandungslinie ist erst nach der Kaiserzeit ausgehöhlt worden.

Versuchen wir, diesen ewigen Wechsel zwischen Auf- und Niedertauchen zu überschauen, so zeigt sich uns die Insel in fernster Vergangenheit als ein hochaufragender Teil des Festlandes, wo Mammute und Nilpferde hausten. Zur Diluvialzeit tauchte dies Landgebiet tief ins Meer hinab und bildete so eine Gruppe von fünf getrennten Inseln, deren größte das gegenwärtige Hochplateau von Anacapri war, dem die vier Erhebungen von San Michele, Castillione, Telegrafo und Tiberio als kleinere Inseln vorgelagert waren. Um diese Zeit entstand der Kranz jener hochgewölbten Grotten, die später bis zu ungefähr 200 Meter über den heutigen Meeresstand erhoben wurden. Dann sank das Meer, jedenfalls mit noch vielen kleineren Schwankungen, deren Spuren verwischt sind, und erreichte zur Römerzeit den uns bekannten tiefsten Stand. Von diesem aus stieg das Meer wieder um etwa 11 Meter bis zu der soeben erwähnten Uferlinie und ist seither abermals im Laufe des Mittelalters um etwa 5 Meter gesunken.

Es ist nun die Frage: Ist das Land derart gestiegen und gesunken, oder umgekehrt das Meer? Die Geologen haben sich viel darum gestritten. Ich aber, bemerkt Dr. M. W. Meyer, werde es niemals verstehen, wie das Land derartig auf und nieder gepreßt worden sein könnte durch die Mächte der Gebirgsbildung, ohne daß nicht alle diese Felsenwunder dabei hätten zertrümmert werden müssen. Die letzte Niveaulinie befindet sich überall in derselben Höhe, und auch drüben auf der Sorrentiner Halbinsel findet man ihre Spur wieder. Die angebohrten Säulen des Serapistempels drüben auf der anderen Seite des Golfes zeigen dieselben Niveauschwankungen an, und auch heute bemerkt man dort am Fuße dieser Säulen leise Schwankungen der Meereshöhe, die mit den Jahren wechseln. Es kann nur das Meer gewesen sein, das sich hob und senkte, während das Land im großen und ganzen unbeweglich blieb.

Zur Erklärung dieser Niveauveränderungen des Meeres zieht Dr. Meyer die Polschwankungen heran, in ähnlicher Weise, wenn auch nicht so umfassend wie Reibisch und Kreichgauer (s. Jahrb. I, S. 47, III, S. 87). Zwar gegenwärtig bewege sich die Umdrehungsachse unseres Erdballs in seinem Innern nur um sehr kleine Beträge. Die Lage dieser Achse bedinge aber auch unmittelbar die des Äquators mit seiner Anschwellung, die den Abstand der Oberfläche vom Erdmittelpunkt hier um etwa 21 Kilometer größer macht als an den Polen. Diese Abplattung der Erdkugel, eine Folge ihrer Achsendrehung, muß ihre Lage mit dieser Achse ändern. Die feste Erdrinde kann dies erst allmählich tun, aber die Meere folgen den Polschwankungen, müssen also durch diese Verlegung des Wasserberges am Äquator ihre Niveauhöhe gegenüber den Landmassen verändern. Der Betrag dieser Niveauschwankungen für einen gegebenen Betrag der Polschwankung läßt sich für jede geographische Breite genau berechnen. Die Bruchteile von Bogensekunden, um welche die Erdachse sich gegenwärtig im Laufe eines Jahres verschiebt, stimmen mit den Zentimetern Meeresschwankung, die man heute am Serapistempel beobachtet. Wenige Minuten Polschwankung würden die Niveaudifferenz von 11 Metern seit der Kaiserzeit erklären und wenige Grade die 200 Meter seit dem Ende der Tertiärzeit. Eine Reihe geologischer Tatsachen macht es wenigstens sehr wahrscheinlich, daß die Lage der Pole im Laufe der Zeitalter der Erdgeschichte über die ganze Erdoberfläche hin gewandert ist, so daß überall einmal tropische Verhältnisse mit Polarnacht wechselten.

Daß gewaltige Verschiebungen in den Verhältnissen zwischen Land und Meer eingetreten sind, weist Dr. Th. Arldt*) in einer Arbeit über die Größe der alten Kontinente nach. Das Verhältnis zwischen den Nord- und Süderdteilen war nicht immer dem heutigen gleich. Ein Blick auf die paläogeographischen Karten beweist, daß in den ältesten Formationen besonders die Südkontinente viel massiger entwickelt waren als jetzt. Sie erreichten ihren relativ beträchtlichsten Umfang im oberen Silur und sind seitdem fast unablässig an Ausdehnung zurückgegangen. Nur im unteren Devon, im Malm, im Senon und gegenwärtig trat eine kurze Umkehrung in dieser Beziehung ein, während sie vor dem oberen Silur dauernd an relativer Ausdehnung gewannen. Es wäre nach Arldt nicht ausgeschlossen, daß hier eine Art periodischer Schwankung vorläge. Für die Nordkontinente bekommen wir im Tertiär die größten in dieser Zone überhaupt bekannten Kontinentalbildungen, nämlich Landmassen bis zu 98 Millionen Quadratkilometer, die im Norden zusammenhingen. Viermal, im unteren Trias, im Lias, Dogger und Senon, scheinen alle Festländer miteinander in Verbindung gestanden zu haben. Im Pliozän und Diluvium war vermutlich nur Australien völlig jeder Landverbindung beraubt. Im allgemeinen sind die südlichen Kontinente größer als die nördlichen. Aus allem geht hervor, daß die gegenwärtige Verteilung von Land und Meer nicht die Regel, sondern ein Ausnahmezustand ist.

Obwohl die in Pulkowo, Potsdam, Berlin, Prag und Honolulu ausgeführten astronomischen Messungen mit aller Sicherheit ergeben haben, daß Änderungen der Polhöhe, allerdings nur im Betrage von ungefähr 1/2 Winkelsekunde jährlich, noch jetzt stattfinden, wollen die meisten Geologen größere

*) Neues Jahrb. f. Mineral., Jahrg. 1907.

Polverschiebungen als Erklärung der klimatischen Verhältnisse der Vorzeit nicht zugeben. Dr. Wilh. R. Eckardt wünscht deshalb objektiv zu untersuchen, ob wir wirklich an der Hand der Hypothesen von Polverschiebungen zu einem befriedigenderen und widerspruchsloseren Ergebnis gelangen, als es andere Hypothesen und Theorien zu geben vermögen.*)

Neumayr und Nathorst sind durch die Tatsache, daß alle tertiären Pflanzenfunde, die auf höhere Temperaturen schließen lassen, auf der dem östlichen Asien entgegengesetzten Seite liegen, auf den Gedanken einer Polverschiebung gebracht. Verlegt man den Pol um etwa 20° nach 70° nördl. Breite und 120° östl. Länge (südwestl. vom Lenadelta), so würde die Flora der neusibirischen Inseln mit ausgeprägt nordischem Tertiärcharakter unter mehr als 80° nördl. Breite zu liegen kommen, die Flora von Kamschatka und Sachalin und vom Amurland mit etwas wärmerem Charakter unter 68 bis 67°, während die Floren, die auf ein erheblich wärmeres Klima hindeuten, wie die von Spitzbergen, Grinnell-Land, Grönland u. a., außerhalb des Polarkreises in 64, 62 und 53 bis 51° fallen würden. „Auf diese Weise," sagt Nathorst, „würde die Beschaffenheit der fossilen Floren in vollständigem Einklange mit ihrer Lage zum angenommenen Pole stehen. Jedenfalls würden die Floren, die immergrüne Laubbäume besessen haben, alle außerhalb des Polarkreises zu liegen kommen." Es ist freilich schwer, mit dieser Polverschiebung die Tatsache in Einklang zu bringen, daß die im Umkreise des entsprechenden hypothetischen Südpols gesammelten Tertiärpflanzen für die Annahme eines tropischen Klimas der Fundorte (Coronel in Chile unter 37° und Putosi unter 19° südl. Breite) sprechen.**)

Die Hypothesen Neumayrs, Nathorsts und Sempers von einer Verlegung des Nordpols zur Tertiärzeit in Richtung auf das östliche Asien oder, wie Semper meint, auf das nordwestliche Amerika (Alaska) finden ein Gegenstück in einer Untersuchung Wm. M. Davis'. Danach soll eine Verlegung des Nordpols auf 70° nördl. und 20° westl. Länge (ungefähr bei Kap Brewster in Grönland) die Vergletscherung Europas und Nordamerikas, die Verschiebung der tropischen Regengürtel Afrikas und das Hineinrücken der Mittelmeerländer in den Regengürtel der nördlichen gemäßigten Breiten Europas die Eiszeit erklären.

Dr. Eckardt hält als Klimatologe die Theorie von Polschwankungen schon aus folgendem Grunde für unumgänglich: In gewissen Breiten des Erdballes, wo die lineare Geschwindigkeit der Luftmassen von der Rotationsgeschwindigkeit der Erde nicht abweicht, muß ein Zustand relativer Ruhe der Atmosphäre herrschen. Je weiter, aber der Wind vom Äquator aus in höhere Breiten gelangt, desto größer wird seine Geschwindigkeit und endlich so groß, daß die Zentrifugalkraft die polare Anziehung überwindet.

*) Naturwiss. Wochenschr., Bd. 5, Nr. 50.

**) Dieser Einwand geht von der, wie mir scheint, keineswegs erwiesenen Annahme aus, daß das, was wir im Norden und im Süden als Tertiärbildungen bezeichnen (geologisch und botanisch), nun auch gleichzeitig entstanden sei. H. B.

Dieser Umschwung vollzieht sich ungefähr in 30 bis 35° nördl. und südl. Breite. Auf diese Weise entstehen auf jeder Halbkugel gleichsam zwei große Luftwirbel, an deren Grenze sich die Luft zu Boden senkt und durch Anhäufung die Entstehung der subtropischen Maxima hervorruft. Hier haben wir die Ursprungsgebiete der Passate. Und dieses Passatsystem ist es eben, das im Laufe der Erdgeschichte seine Wanderungen über bedeutende Strecken des Erdballes gemacht zu haben scheint, und zwar in deutlicheren Spuren, als sie etwa die Gestaltung der Länder und Meere allein zu bewirken vermochte. Dafür sprechen vor allem auch die Eigentümlichkeiten im Klima der Mittelmeerländer zur Diluvialzeit, und auch die Veränderungen der tertiären und diluvialen Meere scheinen nach M. Semper auf solche Wanderungen Hindeutendes darzubieten.

Soviel also die Theorie von Polverschiebungen für sich hat, so können doch nach Dr. Eckardts Überzeugung höhere Beträge der Verschiebung als von 30° seit dem Paläozoikum (algonkische bis Dyasformation) nicht stattgefunden haben, und vielleicht ist schon dieser Betrag zu hoch gegriffen. Dr. Eckardt weist also die Ansicht M. W. Meyers und Kreichgauers von der Wanderung der Pole über die ganze Erdoberfläche hin zurück, nähert sich dagegen der Pendulationshypothese von Reibisch und Simroth (Jahrb. I, S. 51), die einen abwechselnden Ausschlag des Pols nach der einen und der anderen Seite bis zu 40° annimmt. Auch glaubt er einer Annahme von Evans Bedeutung beilegen zu müssen, nach der ohne wesentliche Änderungen in der Lage der Erdachse doch erhebliche Änderungen der geographischen Breite dadurch möglich wären, daß die feste Erdkruste bei eintretender Störung des Gleichgewichtszustandes bis zu einem gewissen Grade die Fähigkeit besäße, behufs Wiederherstellung des Gleichgewichtes über den Erdkern hinwegzugleiten.

Nach Erörterung einiger weiterer Tatsachen, die für die Theorien der Polverschiebungen in Betracht kämen, kommt Dr. Eckardt zu dem Schlusse, daß diese Theorien doch künftighin mehr berücksichtigt werden sollten, als es bisher geschehen ist. Auf Grund des vorläufig nur höchst lückenhaften geologischen Beweismaterials lasse sich freilich etwas Sicheres durchaus noch nicht aussagen. Es gilt, die Grenzen der Länder und Meere in den verschiedenen geologischen Perioden möglichst genau festzulegen, damit man bereits hieraus auf die klimatischen Eigentümlichkeiten der Vorzeit schließen kann, und erst in zweiter Linie darf man, wenn man so zu keinem befriedigenden Ergebnis gelangt, Theorien von Polverschiebungen mit zur Lösung des paläothermalen Problems (Verteilung der Wärme in der Vorzeit) heranziehen.*)

Auf eine bisher unbeachtete, weder auf Polverschiebung noch auf Erdbebenwirkungen zurückzuführende Art langsam mikroseismischer Niveauveränderungen machte John Milne

*) Eine zusammenfassende Bearbeitung des ganzen Problems bietet das Werk: Die Pendulationstheorie, von Prof. Dr. H. Simroth, einem der Begründer der Theorie (Leipzig 1907).

in der Royal Society aufmerksam.*) Sie beruhen auf zunehmender Belastung oder Entlastung. Wenn z. B. ein Trupp von 76 Mann bis auf 16 oder 20 Fuß an die Universitätssternwarte in Oxford heranmarschierte, fand man, daß ein Horizontalpendel innerhalb des Gebäudes eine Ablenkung in der Richtung der vorrückenden Belastung angab. Doch nicht immer zeigt sich eine Senkung des Bodens in der Richtung einer Belastung: den festen Fußboden eines Kellers am Strande zu Ryde sah man mit steigender Flut nach dem Lande hin sich neigen, während sich eine Niveauveränderung nach entgegengesetzter Richtung erwarten ließ. Höchstwahrscheinlich hat das Wasser hier die eigene Gravitationswirkung ausgeglichen, indem es die Drainierung unter der Oberfläche zurückdrängte mit dem Erfolge, daß der Strand flottgemacht und gehoben wurde. Merkwürdig sind die Beobachtungen, die man an den Abhängen mehrerer Täler gemacht hat. Beim Regen vergrößerte sich die Steilheit der Abhänge, das Tal schloß sich sozusagen; bei schönem Wetter stellte sich wahrscheinlich infolge erhöhter Verdunstung und der Pflanzentranspiration eine entgegengesetzte Bewegung ein. Solche täglichen Oberflächenverzerrungen sind überall auf der Erde nachweisbar.

Aus dem Reiche des Erderschütterers.

Erderschütterungen in großer Zahl haben auch im abgelaufenen Jahre die Welt in Spannung und Schrecken versetzt und die Frage wieder auftauchen lassen, ob denn nicht eine Voraussage schwererer Erdbeben und damit eine Warnung der Bewohnerschaft bedrohter Gegenden möglich sei. Leider scheint es nach den Untersuchungen von Wilh. Krebs über Fernbestimmung und Voraussage der Erdkatastrophen**) mit derartigen Vorherbestimmungen nicht besser bestellt als mit dem praktischen Wetterdienste, der 1906 und 1907 in Deutschland so gründlich Fiasko gemacht hat, daß er in dieser Form eigentlich nicht wieder auferstehen dürfte.

Als in der ersten Dezemberwoche 1906 in europäischen Zeitungen eine Nachricht von Katastrophen an dem Gestade von Deutsch-Neuguinea verbreitet wurde, war man in Europa auf dieses so verspätet gemeldete Ereignis schon gefaßt; denn um die Zeit, da es sich zugetragen, waren von den selbstregistrierenden Apparaten der Erdbebenwarten Seismogramme aufgegeben und teilweise auch veröffentlicht worden, und zwar für den Tag der Katastrophe, den 14. September 1906. Von Wien wurde zugleich aus dem Seismogramm die Entfernung auf etwa 13.500 Kilometer bestimmt.

Diese Entfernung paßte mit auffallender Genauigkeit auf die Nachbarschaft des hauptsächlich heimgesuchten Küstenortes Finschhafen, wenn man von Wien aus einem größten Kreise der Erdkugel folgt. Die schon damals auf diese Gegend gezogenen Schlüsse wurden noch durch folgenden besonderen Hinweis bestätigt: am Tage der Registrierung des Erdbebens ward auch Sizilien von einem heftigen Erdbeben heimgesucht. Nach Untersuchungen des englischen Forschers Milne veranlassen neuseeländische Beben vielfach gleichzeitige Mitschwingungen des britischen Bodens, indem hier, in der Antipodengegend Neuseelands, durch das Zusammentreffen der Schwingungswellen der Erdrinde und zugleich der Stöße quer durch das Erdinnere eine Häufung von Schwingungsantrieben erfolgt. Das gleiche Verhältnis besteht aber hinsichtlich Siziliens und der nördlichen Südsee.

Die bestätigende direkte Nachricht bezog sich auf die Zeit vom 10. bis 15. September 1906; der Dampfer „Sia" der Neuguinea-Kompagnie war in Finschhafen Zeuge gewaltiger Flutwellen, von denen die Gestade weithin überschwemmt wurden. Außerdem ereigneten sich ungewöhnlich starke Erdbeben, die im Boden Risse und Spalten hinterließen. Die Flutwelle kann vulkanischen, aber auch atmosphärischen Ursprungs gewesen sein und wäre in letzterem Falle mit dem schweren Taifun, der am 18. September 1906 den Hafen von Hongkong heimsuchte, in Verbindung zu bringen; denn diese furchtbaren Sturmwirbel pflegen der südchinesischen Küste aus östlicher oder südöstlicher Richtung zu nahen. Auch die Samoainseln verzeichneten am 24. März 1883 Erdbeben und Flutwellen zur Zeit eines Taifuns. So kann auch das Erdbeben vom 14. September 1906 in Neuguinea erst durch den ungewöhnlich mächtigen und anhaltenden Seegang ausgelöst worden sein.

Die Auslösung von Erschütterungen durch Erdbeben in der Antipodengegend erfuhr kurze Zeit darauf eine schlagende Bestätigung. Europäische Erdbebenwarten verzeichneten in der Frühe des 19. Dezember 1906 ein mehrstündiges Fernbeben, dessen Herd nach der kaiserlichen Hauptstation in Straßburg nordwärts vom australischen Festland, „vielleicht im südöstlichen Neuguinea", lag. In der Frühe des 20. Dezember 1906 wurden wieder italienische Orte, vor allem, wie im September des Jahres, Siena und Poggibonsi in Toskana, von heftigen Erdstößen heimgesucht, und am selben Tage stürzte ein Teil des südöstlichen Kraterrandes des Vesuvs ein. Die Ortschaften Resina, Portici, San Sebastian, Cercola im Westen des Berges erhielten einen starken Aschenregen, dessen Ausläufer sich bis nach Neapel erstreckten.

Prof. Krebs gelangte schon im September 1906 zu dem Wunsche, ein einfaches Mittel zu schärferer Bestimmung des Bebenherdes allein aus den seismographischen Aufzeichnungen mit Hilfe telegraphischer Verständigung zu benützen. Die aus den Aufzeichnungen folgenden Abstände des Herdes, von mehreren, hinreichend weit auseinander liegenden Stationen aus berechnet, mußten diese genaue Ortsbestimmung ergeben. Dieser von ihm vorgeschlagene Weg wurde auf der Straßburger Hauptstation zuerst öffentlich am 19. Dezember 1906 betreten und führte zu dem Erfolge einer fast sofortigen Fernbestimmung des Erdbebenortes an diesem Tage. Mit seiner Hilfe kann auch die Tageszeit, in der das Beben stattfindet, ermittelt werden.

Hinsichtlich der wichtigeren Ansage von Erdbebengefahr sind leider gleich schöne Erfolge

*) Proceedings of the R. Society, 1906, Ser. A., vol. 77.

**) Das Weltall, 7. Jahrg., Heft 9.

nicht so bald zu erwarten, und Prof. Krebs warnt vor übereilten Hoffnungen, wenngleich er auch die Möglichkeit solcher Vorhersage nicht ganz verwirft. Er begründet diese Möglichkeit durch die Tatsache der sogenannten Relaisbeben, schwererer Beben und Vulkanausbrüche, die als Folgeerscheinungen schwächerer Erschütterungen auftreten können. Dagegen weist er die von Falb vertretene Mond- und Fluttheorie der katastrophalen Erscheinungen als unbegründet zurück.

Das der neueren Erdbebenforschung geläufige Relaisverhältnis, schreibt Krebs, läßt im amerikanischen Boden besondere Vorgänge sehr bedeutsam erscheinen, die Aussicht auf eine wissenschaftliche Zuschärfung der Voraussicht von Erdbebenkatastrophen eröffnen. Es ist die Aneinanderreihung solcher Katastrophen in längeren oder kürzeren Zwischenräumen. Die Katastrophen einer solchen Reihe folgen einander nach derselben Richtung. Die Richtung der verschiedenen Reihen deutet übereinstimmend nach einem und demselben Gebiete hin, nach Westindien. Von solchen Katastrophenketten Amerikas sind im 17. Jahrhundert eine, im 18. Jahrhundert zwei, im 19. fünf oder sechs, in den wenigen bisher verstrichenen Jahren des 20. Jahrhunderts dagegen auch schon sechs nachgewiesen worden, von denen fünf auf das eine Jahr 1906 entfielen. Daraus scheint eine zunehmende Gefährdung der westindischen Inselwelt zu folgen. Dazu kommt das Eintreffen der für Mittelamerika erwarteten Sturmkatastrophen im Herbst 1906. Zwei dieser taifunartigen Stürme waren tatsächlich mit Erderschütterungen im Antillengebiete verbunden, auf Puertoriko und auf Guadeloupe. Da drei der letzten Katastrophen auf Santa Lucia endeten, scheint diese mitten zwischen Martinique und St. Vincent gelegene Insel als erstes Opfer ausersehen. In bezug auf die Zeit ergibt die bisherige Erfahrung in mittel- und südamerikanischen Gebieten einige Wahrscheinlichkeit für das Ende der Trockenzeit, in den Frühlingsmonaten des Jahres 1907.

Eine Bestätigung, die leider noch mehr befürchten läßt, hat diese Voraussage durch die schwere Erdbebenkatastrophe am 14. Januar 1907, der die Stadt Kingston im östlichen Jamaika zum Opfer fiel, schon erfahren. Vorhergegangen war ein Erdbeben in Nord-Chile, das in der dritten Dezemberwoche 1906 besonders Arica zerstörte. Prof. Krebs hatte damals schon vor dem 14. Januar 1907 Änderungen des Meeresgrundes bei Jamaika für wahrscheinlich erklärt, und siehe da: am 18. Dezember 1906 geriet die „Prinzessin Viktoria Luise", genau einen Monat später der „Prinz Waldemar", beide von der Hamburg-Amerika-Linie, am Eingang zur Lagune von Kingston auf Grund. Nur eine Erdkatastrophe auf Jamaika läßt sich mit der von 1907 vergleichen: das Erdbeben vom 7. Juni 1692, bei dem die frühere Hauptstadt Port Royal größtenteils ins Meer stürzte. Diesem Erdbeben folgte anscheinend zu Anfang 1693 der Ausbruch eines Antillenvulkans, des Mt. Misery auf St. Kitts. Steht jetzt Ähnliches bevor?

Wie an Wetterstürzen und Niederschlägen nebst den daraus hervorgehenden Überschwemmungen und Bergrutschen, so hat es auch an Bebenkatastrophen im Jahre 1907 nicht gefehlt. Wir gedenken hier nur als Beispiel an die Katastrophen des Oktobers, das gewaltige kalabrische Erdbeben, das mehrere Ortschaften niederlegte und Hunderte von Opfern forderte, das große, lang anhaltende Seebeben im Großen Ozean zwischen Hawai und der Südküste von Mexiko am 16. Oktober, das so stark war, daß Prof. Buscher vom Observatorium der California-University erklärte, die Intensität der Störung in der Nähe ihres Zentrums sei bei weitem stärker gewesen als diejenige der Erdbeben von St. Franzisko, Jamaika, Valparaiso und Mexiko. Es ist nicht unmöglich, daß die Pulverexplosion in Indiana eine Folge dieser Erschütterung war. Als drittes ist das Erdbeben von Karatag in Mittelasien zu vermerken, das eine ganze Stadt zerstört haben soll und anscheinend von einem verderblichen Bergsturz oder Erdrutsch gefolgt war; endlich fand Anfang November ein Erdbeben in Ober-Aragonien statt, durch das ein Dorf gänzlich vernichtet, andere stark verwüstet und viele Bewohner unter den Trümmern begraben wurden. Wie unsicher ist doch der Schauplatz, dem die Menschheit mit Leib und Leben angeschmiedet ist!

Auch auf merkwürdige Zusammentreffen neuerer Erdbeben mit dem Neumondstermin weist W. Krebs hin.*) Danach entfiel das vorbereitende Erdbeben in Kingston auf Jamaika vom 15. November 1906 in die Neumondszeit, die nur zwei bis drei Tage später eintrat. Die furchtbare Katastrophe vom 14. Januar 1907, welche die schöne Stadt völlig vernichtete, mehr als 700 Menschen das Leben kostete und einen Materialschaden von 40 Millionen Mark verursachte, fiel unmittelbar auf den Neumondstag selbst. Daß dieser gewaltige Erdstoß durch geringere Bodenunruhen, die dem Menschen entgingen, wahrscheinlich vorbereitet wurde, verrät die interessante biologische Beobachtung einer Dame, nach deren Bericht mehrere Tage vor dem Erdbeben bei ihr im Hause alle Ameisen, die sonst eine richtige Plage gewesen waren, verschwanden. Doch könnte hier auch wohl ein anderer Grund vorhanden gewesen sein.

Weiter fiel das Erdbeben vom 15. April 1907 im südlichen Mexiko zwei Tage nach dem Neumond des April 1907; das Erdbeben vom 10. Juni 1907 in Ekuador, welches die Stadt Guayaquil in Mitleidenschaft zog, sowie ein zweites mexikanisches Beben vom 12. Juli 1907 sind nur ein oder zwei Tage von dem Neumondstermin der betreffenden Monate entfernt. Auch mehrere von den Bebenwarten angezeigte Erdbebenmeldungen, die auf Katastrophen am Meeresgrunde beiderseits des mittleren Amerika gedeutet werden können, entfallen in die Zeit um die Syzygientermine.

Auch wo keine gewaltigen, Katastrophen herbeiführenden Erschütterungen stattfinden, bebt es doch oft jahraus, jahrein. Eine solche Gegend ist z. B. Südwestdeutschland, über dessen Erdbebenherde und Herdlinien C. Regelmann kürzlich berichtet hat.**) Die glücklicherweise meist leichten Erdbeben sind dort zahlreicher, als gewöhnlich an-

*) Das Weltall, 8. Jahrg. (1907/08), Heft 1.

**) Jahreshefte des Ver. f. vaterl. Naturg. Württemb. 63. Jahrg. (1907).

genommen wird, und gehören ohne Ausnahme zu den tektonischen, auf Bewegungen des Untergrundes beruhenden Beben. Es liegen nämlich sowohl die Gebirgskerne wie das Schollenland in Württemberg unter einem tangentialen Drucke aus Südosten und Süden; d. h. die Alpen sind noch immer im Vorrücken. Ganz sacht, aber beharrlich schreiten die Ein- und Aufbiegungen wellenartig von den Alpen aus nord- und nordwestwärts unaufhaltsam fort. Die Erdbebenerscheinungen sind nichts anderes als Äußerungen der unter den Füßen der Bewohner sich vollziehenden Gebirgsbildung; allenthalben in den Muldenlinien finden Senkungen, in den Firstlinien Aufbiegungen statt. Jeder dieser Vorgänge muß sich an der Oberfläche als Erschütterungsbeben kundgeben. Neben dem Gebirgsbau spielt wohl auch die Gesteinsbeschaffenheit eine wichtige Rolle. Die mit ihren massiven Stielen in die Tiefe hinabreichenden Eruptivgesteine, Granite, Basalte, bedrohen die Bodenruhe vor allem, und die Häufigkeit der Erdbeben im Kaiserstuhl wie im Ries dürften sich wegen der tief hinabgreifenden Eruptivstiele ebenfalls auf diese Weise erklären lassen.

Aufstürze und Aufsturzbildungen.

Im Oktober des Jahres 1906 wurde verschiedenen Fahrzeugen im Atlantischen Ozean die nächtliche Fahrt durch ein kleines Abenteuer gewürzt, zu dem weder Nebel noch Untiefen, noch gar Piraten, sondern der Himmel selbst den Stoff lieferte. Am Abend des 17. Oktober — so berichtet Mr. C. B. Anderson, der Kapitän des „African Prince" — stand ich mit dem zweiten Offizier auf der Brücke, als plötzlich die dunkle Nacht so hell wie der Tag wurde und ein ungeheures Meteor, anfangs langsam, weil die Richtung so senkrecht zu unserer Stellung war, dann aber sehr schnell erdwärts fiel. Seine Lichtspur war ein gewaltiges, breites, elektrisch gefärbtes Band, das sich stufenweise in Orange und dann in die Farbe geschmolzenen Metalls verwandelte. Es ging ins Wasser mit einem zischenden Geräusche nahe beim Schiffe.

Etwas später berichteten in New York ankommende Schiffe ebenfalls von ungeheuren Meteoren, die in der Woche vom 28. Oktober bis 3. November auf hoher See niedergegangen waren. So sah der erste Offizier des deutschen Dampfers „Brasilia" in kurzer Entfernung von dem Schiffe einen Meteoriten ins Meer stürzen, dessen Durchmesser er auf fünf Meter schätzte. Als er das Wasser erreichte, schossen große Dampfwolken gen Himmel. Außerdem beobachtete er noch drei kleinere Meteore, die kurz hintereinander in die See fielen. Solche Fälle mögen noch jetzt viel häufiger vorkommen, als es nach solchen gelegentlichen Beobachtungen den Anschein hat.

Im Meere verschwinden die Meteoriten spurlos, auf dem Festlande dagegen müssen namentlich die großen Aufstürze früherer Zeiten sichtbare Spuren, ähnlich den Ringwällen und Kratern des Mondes, zurückgelassen haben, wenigstens an den Orten, wo nicht spätere Naturereignisse, wie die großen, ebenfalls durch meteorische Aufstürze erzeugten gewaltigen Flutwellen, von denen Prof. Meydenbauer spricht (s. Jahrb. V, S. 66), sie verwischt haben.

Solche Spuren meteorischer Aufstürze in Deutschland weist derselbe Verfasser an mehreren geologisch höchst interessanten Stellen nach.*) Vor allem hat er schon längst das berühmte Nördlinger Ries und die vielbesprochenen Durchbrüche bei Urach als Wirkungen von Meteoraufstürzen in Anspruch genommen. Letzteren stellt er ein Vorkommen bei Iserlohn an die Seite, das ihm schon 1875 bekannt wurde, damals aber noch unerklärt blieb. Er erfuhr, daß der Fiskus daselbst Besitzer von Hornsteingruben war, während in weitem Umkreise nur der weiche Muschelkalk für den Straßenbau zur Verfügung stand. Leider war der „Hornstein" schon völlig abgebaut und kein Stückchen mehr zu finden, bis ein alter Straßenaufseher eine Probe aus einem verlassenen Wege brachte, richtigen Hornstein von schmutziggelber Farbe und wachsartigem Scheine. In der Meinung, der Hornstein müsse durch den Kalk aus der Tiefe durchgebrochen sein und an einer Stelle des Grundes sich nach der Tiefe zu fortsetzen, untersuchte Meydenbauer die verlassenen Gruben. Es fand sich nichts, absolut nichts. Die beiden Gruben lagen etwa 3 Kilometer voneinander, eine auf der Höhe des Unnaer Weges bei der Stadt Iserlohn, die andere im Tale bei Sundwig. Die Sohle war bei der letzteren fast ganz eben, bei der ersteren stark vertieft, bestand aus dem gewöhnlichen Kalk der Umgebung, in keiner Weise verändert, mit etwa 3 Meter hohen aufgeworfenen Kalksteinrändern. In den leeren Gruben stehend, brach Meydenbauer damals unwillkürlich in die Worte aus: „Das Zeug kann doch nicht von oben gefallen sein?" Jetzt, nach 30 Jahren, erscheint ihm das völlig erwiesen, gerade so wie bei den Aufstürzen bei Urach in der Rauhen Alb, die heute, nachdem ihr Straßenbaumaterial in wenigen Jahren erschöpft war, genau so aussehen wie ihresgleichen bei Iserlohn. Auf Achtermannshöhe neben dem Brocken findet sich auch Hornstein in Verbindung mit Granit und weckt merkwürdige Vorstellungen vom Entstehen dieses einsam stehenden Gebirgsklotzes, wenn man ihn in Verbindung bringt mit den neuentdeckten Möndchen der großen Planeten.

Eine aufmerksame Untersuchung der Fundstellen von weißem Ton im Neuwieder Becken, auf dem Westerwald bei Höhr, endlich bei Bunzlau in Schlesien zeigt nach Meydenbauer, daß hier meteoritische Einschläge vorliegen. Der weiße Ton liegt in messerscharfer senkrechter Trennung vom Nebengestein ohne jeden Übergang, so daß ein senkrecht geführter Spatenstich zur Hälfte reinsten weißen Ton, zur Hälfte gewöhnlichen Lehm und Sand fördert, dem man die Aufbereitung durch Wasser gleich ansieht. Auch das stockförmige Vorkommen des von der Meißner Porzellanfabrik verwendeten Kaolins, das bis zu 60 bis 80 Prozent mit reinem Quarz vermischt ist, deutet auf gleichen Ursprung.

Zu diesen offenbar meteoritischen Aufschlägen tritt nun noch eine eigentümliche Fundstelle, bei

*) Das Weltall, 7. Jahrg., Heft 6.

der zwar das Material in der Tiefe noch nicht bekannt, dafür aber die äußeren Kennzeichen des Ringwalles noch erhalten sind: das **Katzengebirge** bei Trebnitz, einige Meilen nördlich von Breslau. Es bildet einen deutlichen Ringwall, bestehend aus einer Hügelreihe, die den charakteristischen Unterschied der Böschungen bei Meteoreinschlägen zeigt: innen stärker geneigt als außen. Der Einschlag hatte eine tiefe Grube erzeugt, die allmählich ausgefüllt worden ist, **ohne daß bis jetzt das Material des Einschlages unter der Auffüllung bekannt geworden wäre.** Die Auffüllung, an der Oberfläche Sand und Moor, geht an der nördlichen Umgrenzung, wo der Ringwall fehlt oder vielleicht wegen schiefen Auftreffens des Einschlages nie zu stande gekommen ist, in die weiten Teiche bei Trachenberg über, die gewissermaßen einen unausgefüllten Rest der ganzen ursprünglichen Vertiefung darstellen. Große Tongruben im Innern an den Hügelrändern machen den Aufbau deutlich. Man sieht offenbar gehobene Schichten von Tonbänken, in einer Grube aber auch senkrecht aufgerichtete Schichten eines weißen Sandes, der nur durch einen Einschlag in das Innere der Wälle aufgerichtet sein kann. Katzengebirge und Ries sind vollkommene Ebenbilder der Ringwälle auf dem Monde.

Gegen die Aufsturztheorie **Meydenbauers**, soweit sie auf das Kapland anzuwenden wäre, wendet sich in einem Aufsatze „**Zur Frage der Herkunft der südafrikanischen Bodenschätze**" Wilhelm **Krebs**.*) Er betont, daß er der Meydenbauerschen Theorie von vornherein nicht gegnerisch gegenüberstehe, vielmehr die ganze Frage der Entstehung der Diamanten, ob kosmisch oder tellurisch, meteorisch oder vulkanisch, für bisher und auf der vorhandenen Grundlage unentschieden halte. Einige Schwächen haften der Meydenbauerschen Darstellung jedoch an, und auf sie geht Prof. **Krebs** des näheren ein.

Die 125 oder mehr Durchbrüche bei Urach, die nach Prof. **Meydenbauer** durch den Fall meteorischer Körper entstanden sind, gleichen den südafrikanischen Pipes (spr.: peips), den diamantführenden, senkrecht niedersetzenden großen Zylindern von rundem Querschnitte, außerordentlich, bis auf drei sehr wesentliche Unterschiede.

Erstens führen die Uracher Durchbrüche, soweit bisher bekannt, keine Diamanten.

Zweitens sind die eingeschlossenen und teilweise auch die umgebenden Gesteine, meist Kalksteine des weißen Jura, durch die Hitzewirkung der Berührung mehr oder weniger gebrannt. Nach **Branco** erscheinen jene ursprünglich weißen Kalksteine besonders im Innern grau bis schwarz gebrannt, was auf eine Hitzewirkung bis rund 600° schließen läßt; ja einzelne rotgebrannte Trümmer zeugen von noch stärkerer Hitzewirkung. Besonders bemerkenswert erscheint es, daß Granitstücke innerhalb der die Uracher Durchbrüche füllenden Tufftrümmergesteine bisweilen weit stärker verwandelt sind als die darin enthaltenen Kalke und Sandsteine. **Branco** wies mit Recht darauf hin, daß diese Beobachtung eine stärkere Hitzewirkung in der größeren Tiefe, aus der der Granit stammen kann, anzeigt. Auch **Meydenbauer** schließt starke Wärmeentwicklung, zumal in der Tiefe, als Folge der Umsetzung der Kräfte beim Einschlagen, nicht aus und ist sogar geneigt, die Entstehung vulkanischer Glutmassenherde (Magmaherde) daraus zu erklären. Aber damit wird nach Prof. **Krebs'** Ansicht die ganze Beweisführung aus der mangelnden Hitzewirkung erschüttert und trotzdem nicht das Aufsteigen der Granitstücke bis zu ihren Fundstellen in der Breccie erklärt.

Der dritte Unterschied beruht auf der Nachbarschaft vulkanischer Stöcke und Gänge. In Schwaben bestehen diese aus Basalt, im Transvaal aus Diabas. Diabasgänge, sogenannte Bars, befinden sich hier inmitten der blauen Diamanterde, deren Grundmasse, der Zement, der den Pudding ihres Gesteinsinhaltes verkittet, von einer dem Diabas sehr ähnlichen Zusammensetzung ist.

So neigt sich nach **Krebs** die Wage der Entscheidung zwischen meteorischer und vulkanischer Entstehung schon auf Grund der angeführten Beobachtungen sehr nach der vulkanischen Seite. Noch mehr würde das der Fall sein, wenn sich für den „blauen Grund" in Südafrika eine ähnliche abnorme geothermische Tiefenstufe feststellen ließe, wie sie ein ausgezeichneter älterer Erforscher der schwäbischen Geologie, von **Mandelsloh**, 1839 in einem Bohrloche bei Neuffen ermittelt zu haben glaubte; denn seine Untersuchung erscheint wissenschaftlich nicht ganz einwandfrei und seine Ergebnisse sind noch nicht nachgeprüft. Es ergab sich damals eine Temperaturzunahme von fast 10° auf 100 Meter Tiefe, die Temperaturstufe auf je 1° Zunahme betrug also etwa 10 Meter, während die geothermische Tiefenstufe in Bohrlöchern sonst zwischen 22 und 38 Metern, in Bergwerken zwischen 18 und 70 Metern liegt. In der Nachbarschaft der schwäbischen Tuffröhren wurde demnach im Jahre 1839 eine Temperaturzunahme nach der Tiefe von einer Stärke gefunden, wie sie sonst bisher noch nirgends festgestellt und wie sie nur in den ausgeprägtesten Vulkangebieten zu erwarten ist.

Das goldführende Gestein der sogenannten Riffe oder Flöze heißt nicht nur blue ground (blaue Erde), wie die Diamanterde, sondern besitzt auch eine dieser ungemein ähnliche Beschaffenheit. Nach der Auffassung von Prof. **Krebs** zeigt aus diesen und anderen Gründen der große südafrikanische Minenbezirk eine muldenartige Lagerung von riesenhaften Ausmessungen, die wie ein Prunkbecken breit mit Goldniederschlag umsäumt sein dürfte. Nach der Aufsturztheorie könnte man hier an die Reste eines kleinen Planetoiden glauben, der als Gastgeschenk der Erde Gold und vielleicht auch Diamanten mitgebracht hat. Anderseits aber ist der dortige Boden des schwarzen Erdteiles so uralt, so tiefgehend abgeschliffen in Zeiträumen, die auch nach geologischer Rechnung unendlich weit in die Vorzeit zurückreichen, daß man ein Recht hat, auch an den Aufschluß eines alten vulkanischen Magmaherdes der Erdrinde zu denken.

Da nun die Aufsturztheorie die Entstehung vulkanischer Magmaherde unabhängig vom unbe-

*) Das Weltall, 7. Jahrg., Heft 10.

kannten Erdinnern vorzüglich erklärt und anderseits die Pendulationshypothese (s. Jahrg. I, S. 52) den Aufsturz eines winzigen Weltkörpers geradezu fordert, ihn auch in genügend weit entfernte geologische Zeiträume zurückverlegt, so scheinen dem Herausgeber die Gründe Prof. Krebs' durchaus nicht gegen die Meydenbauerschen Annahmen zu sprechen. Sicher aber hat ersterer recht, wenn er schließt:

Der heiße, uralte Boden Afrikas bringt nicht allein der Wirtschaftspolitik, sondern auch der geophysikalischen Forschung Probleme tiefsten Sinnes und tiefsten Ernstes entgegen.

Energien und Stoffe.

(Physik und Chemie.)

Der Traum des Alchimisten. * Die neuen Strahlungen. * Luftprobleme. * Kristalle und Metalle.

Der Traum des Alchimisten.

Unedle Mineralien in Edelmetalle zu verwandeln und mittels einer wunderbaren Tinktur der Vergänglichkeit des irdischen Daseins Trotz zu bieten, das war der verlockende Traum, dem Jahrtausende hindurch Weise wie Toren mit gleicher Inbrunst nachhingen. Nachdem aber die „vier Elemente, innig gesellt“, Wasser, Feuer, Luft und Erde, ihrer Bedeutung als Grundbestandteile alles Bestehenden entkleidet waren, nachdem durch eine Reihe ungeahnter Entdeckungen die phantastischen Lehren der Alchimie in nichts aufgelöst und ihre wenigen brauchbaren Bausteine in den immer stolzer emporwachsenden Bau der chemischen Wissenschaft eingefügt waren, schien für jene anziehenden Träume jegliche Berechtigung, jede feste Grundlage vernichtet. Etwa 80 Grundstoffe, die neuen Elemente, jedes mit besonderen, durch verschiedene Methoden genau bestimmten Eigenschaften und Kräften, bilden das „periodische System der Elemente“, der Elemente, aus denen sich die organische wie die unorganische Welt in ihrer bunten Fülle und Mannigfaltigkeit zusammensetzen, während sie selbst ewig unveränderlich und unzerstörbar die Grundlagen alles Seins bilden.

Aber — wunderbar! Die jungen Götter scheinen einem ewigen Dasein noch weniger gewachsen zu sein als jene vier alten Herrscher, die es doch wenigstens auf einige Jahrtausende Weltherrschaft gebracht haben. Nachdem sie vor wenig mehr Zeit als einem Jahrhundert allgemeine Anerkennung gewonnen, sehen sie ihre Herrschaft heute schon auf das ärgste bedroht, bedroht durch Verrat aus ihrer eigenen Mitte, durch das Verhalten des Radiums.

Bekanntlich gelang es vor etwa vier Jahren Prof. Ramsay in London, durch Laboratoriumsversuche nachzuweisen, daß das Element Radium sich unter Abgabe von sogenannten α-Partikeln in das Element Helium verwandelt (s. Jahrb. III, S. 120). Diese Entdeckung ist seitdem nicht nur von Ramsay wiederholt, sondern auch von anderen unabhängigen Chemikern bestätigt worden, so daß ihre Zuverlässigkeit wohl keinem Zweifel unterliegt.

Solange diese Tatsache nur für sich allein dastand, konnte man sich immer noch des Gedankens nicht erwehren, daß hier vielleicht eine Täuschung vorliege — sei sie experimenteller Natur, sei es hinsichtlich der Natur des Radiums — vielleicht war es kein richtiges Element. Aber die Tatsache blieb nicht vereinzelt. Schon als vor Jahr und Tag Prof. W. Ostwald den glücklichen Entdecker in London besuchte, zeigte Ramsay ihm ein neues Ergebnis seiner Forschungen, das geeignet ist, dem orthodoxen Chemiker die Haare zu sträuben, nämlich die Entstehung des dem Helium im periodischen System zunächst stehenden Elements Lithium aus — Kupfer.*)

Ramsay trat mit seiner Entdeckung nicht sofort vor die Öffentlichkeit, sondern verfolgte sie bedächtig, prüfte sie nach allen Richtungen und sah sich endlich in der Lage, sie nicht nur bestätigen, sondern auch erweitern zu können. Er fand unter Verwendung der Radiumemanation folgende wunderbaren Verwandlungen. Wurde die Radiumausströmung in Berührung mit Wasser gebracht oder darin gelöst, so bestand das inaktive Gas, das sich durch die Umwandlung der Emanation bildet, aus Neon, einem jener seltenen Elemente, die erst neuerdings bei genauerer Untersuchung der atmosphärischen Luft entdeckt worden sind; daneben ergab sich eine Spur von Helium. Läßt man die Emanation, statt auf Wasser, auf eine gesättigte Kupfersulfatlösung wirken, so entsteht auch kein Helium, sondern das Hauptprodukt der Umwandlung ist wiederum eines der seltenen Luftgase, nämlich das Argon. Fällt man nun aus der in Berührung mit der Radiumemanation gekommenen Kupfersulfatlösung das Kupfer aus, so zeigt das Filtrat eingedampft Spuren von Lithium, und zwar bei Anwendung aller nur erdenklichen Vorsichtsmaßregeln, in deren Handhabung ein Chemiker wie Ramsay sozusagen unfehlbar ist. Spuren von Natrium und Calcium, die bei diesen Versuchen auch noch auftraten, können vorläufig unbeachtet bleiben, da es nicht ausgeschlossen erscheint, daß sie aus dem Glase der Experimentierapparate herrühren.

Sicher erwiesen erscheint also folgendes: Radiumemanation verwandelt sich für sich allein

*) Nature, Bd. 76 (1907) S. 269.

in Helium, in Gegenwart von Wasser in Neon; ist statt des Wassers Kupfersulfat oder Kupfernitrat vorhanden, so entsteht Argon, ferner auch Lithium und möglicherweise Calcium und Natrium.

Ramsay hat selbst eine Erklärung dieser merkwürdigen, eine tiefgreifende Umwälzung in der Chemie anbahnenden Tatsachen versucht. Die Radiumemanation gehört wahrscheinlich zur Heliumreihe der Elemente. Während ihrer Umwandlung entwickelt und verbraucht sie eine verhältnismäßig enorme Energie, deren Verwendung durch die begleitenden Umstände verschieden gestaltet werden kann. Ist die Emanation allein zugegen oder in Berührung mit den Gasen Wasserstoff und Sauerstoff, so wird ein Teil von ihr durch die vom Rest abgegebene Energie zerlegt: das gebildete Gas ist das Helium. Wird aber der Verbrauch der Energie durch die Gegenwart von Wasser abgeändert, so gibt der „zerlegte" Teil der Emanation Neon und in Gegenwart von Kupfersulfat Argon. Ähnlich wird das Kupfer unter dem Einflusse der Emanation in das erste Glied seiner Gruppe, das Lithium, umgewandelt.

Nach alledem muß das Gesetz von der Unwandelbarkeit oder der Erhaltung der Elemente seiner absoluten Gültigkeit entkleidet werden. Eine Transmutation (Umwandlung) der Elemente ist möglich, wie wenig wir von den Bedingungen solcher Umwandlung zunächst wissen mögen. Damit ist aber der Traum des Alchimisten zur Wirklichkeit geworden, und wir sehen uns unwillkürlich vor die Frage gestellt: Ist dieser Traum in der Vergangenheit stets nur ein Traum oder ein Trug gewesen, oder hat er sich unter Umständen früher schon in die Wirklichkeit umgesetzt? Mit anderen Worten: Beruhen alle uns überlieferten Verwandlungen unedler Metalle in Silber oder Gold auf Betrug, Schwindel, gefälschten Berichten, oder ist es wenigstens in einzelnen Fällen gelungen, eine solche Umwandlung tatsächlich herbeizuführen? Es ist ja nicht zu verkennen, daß zwischen den Mitteln, mit denen der Alchimist arbeitete — offene, nicht allzu hohe Glut, ungereinigte Rohmaterialien, Versuche mit großen Mengen, offene Tiegel usw. — und denen, die dem modernen Chemiker zu Gebote stehen, ein ungeheurer Unterschied vorhanden ist, und was letzterem gelingt, braucht ersterem deshalb noch nicht geglückt zu sein. Allein manche Berichte von solchen Verwandlungen tragen so sehr den Stempel der Aufrichtigkeit, die Experimentierenden sind vom Verdachte, aus habsüchtigen Motiven zu handeln, so völlig frei, die Anordnung der Experimente, von denen sie, abgesehen von der Hergabe des Geheimmittels, vielfach ganz fern gehalten wurden, war so einfach und durchsichtig, die Zeugen erscheinen so ehrenhaft und nur auf Ermittlung der Wahrheit bedacht, daß es bisweilen schwer wird, die Betrugshypothese aufrecht zu erhalten. Insbesondere die Fälle des jungen Johann Friedrich Böttger, des Erfinders des Porzellans, der in Berlin vor den Augen seines allen alchimistischen Versuchen feindlich gegenüberstehenden Lehrherrn, des Apothekers Zorn, und zweier ehrenwerter Geistlichen Gold machte, und des englischen Arztes Dr. James Price, der 1782 vor einer großen Reihe einwandfreier Zeugen erfolgreiche Verwandlungen ausführte, verdienen Beachtung und Nachprüfung.

Nach den Untersuchungen Bertram B. Boltwoods liefert auch ein anderes radioaktives Element, das Uran, Zerfallprodukte, die zu den Elementen gehören, so daß auch hier die Umwandlung eines Elements in ein anderes vorläge.*) Das Vorkommen gewisser chemischer Elemente in den radioaktiven Mineralien hatte ihn schon früher auf die Vermutung gebracht, daß vielleicht Blei, Wismut und Baryum zu den letzten Zerfallsprodukten der sich stetig umwandelnden radioaktiven Stoffe gehören möchten. Auf Grund seiner Untersuchungen an verschiedenen Uranmineralien erklärt er die Annahme für gerechtfertigt, daß Blei das Endprodukt des Urans ist.

Zugleich gibt er ein Mittel an, die Länge der Zeit zu berechnen, die zu einer solchen Umbildung nötig ist. Wenn die Menge des schließlichen Endprodukts, z. B. Blei, das mit einer bekannten Menge ihres radioaktiven Vorfahrs, z. B. eines Uranminerals, vergesellschaftet war, bekannt ist, und man außerdem noch die Zerfallsgeschwindigkeit der Elternsubstanz kennt, so wird es möglich sein, die Länge der Zeit zu berechnen, die erforderlich sein würde, um ersteres zu bilden. Wenn erst die Zerfallsgeschwindigkeit des Radiums mit größerer Genauigkeit bestimmt ist, werden sich die betreffenden Alter genauer bestimmen lassen. Jetzt berechnete Boltwood das Alter der von ihm verwendeten Uranmineralien auf 460 bis 2200 Millionen Jahre.

Die neuen Strahlungen.

Die Umwandelbarkeit der Elemente ist fraglos die größte Entdeckung, welche die Beschäftigung mit den radioaktiven Stoffen bisher gezeitigt hat. Daneben gibt es jedoch noch eine große Anzahl anderer Fragen und Probleme, die des Schweißes der Forscher wert sind. Einige von ihnen hat Dr. H. Greinacher auf Grund eigener Experimente und gründlichen Nachdenkens der Lösung näherzuführen versucht.**) Stellen wir seine letzte Frage: ob Radioaktivität eine allgemeine Eigenschaft der Materie sei, an die Spitze!

Obwohl man auch nach längerem Suchen nur eine geringe Anzahl von Substanzen mit nennenswerter Radioaktivität entdeckt hat — Uran, Thor, Radium, Polonium und Actinum mit ihren Zerfallsprodukten — und so zu der Überzeugung gelangte, daß nur die Elemente mit hohem Atomgewicht instabil seien und unter der Erscheinung der Radioaktivität zerfallen, wurde doch auch gleich von Anfang an die Meinung laut, daß die Radioaktivität eine allgemeine Eigenschaft der Materie sein müsse. Man ließ sich dabei durch Ähnlichkeitsschlüsse mit anderen physikalischen Erscheinungen und durch die Idee von der Einheitlichkeit der Natur leiten. Norman Campbell z. B. weist darauf hin, daß sich auch bei anderen anfänglich ganz vereinzelt auftretenden Kräften schließlich herausgestellt habe, daß sie allgemein seien, wie beim

*) Americ. Journ. of Science, Bd. 23 (1907), S. 77.

**) Naturwiss. Rundsch., XXI. Jahrg. 1906, Nr. 51 und 52.

Magnetismus, den man anfänglich nur den wenigen Körpern der ferromagnetischen Gruppe, Eisen, Nickel und Kobalt, zuschrieb, bis man erkannte, daß sich alle Körper mehr oder weniger magnetisch verhalten. Man entdeckte sogar das dem Eisen entgegengesetzte Verhalten des Diamagnetismus. Wenn man nun auch nicht so weit zu gehen braucht, ein der Radioaktivität entgegengesetztes Verhalten, das wäre ein spontanes Wiederaufbauen der Materie, anzunehmen, so können solche Analogien doch die Ansicht stützen, daß auch die Radioaktivität eine solche allgemeine Eigenschaft der Materie sei, daß aber der stufenweise Unterschied bei den einzelnen Körpern ein sehr großer sein müsse. Ein entsprechendes Beispiel bietet die verschiedene Leitfähigkeit der Körper für den elektrischen Strom. Bei manchen ist die Leitfähigkeit so gering, daß man sie in der Praxis als Isolatoren benützt und bezeichnet. In Wirklichkeit kommt aber jeder Substanz eine gewisse Leitfähigkeit zu, sei sie auch im Vergleiche zu der unserer besten Leiter, Silber, Kupfer, außerordentlich klein. In derselben Weise könnte auch die Radioaktivität allen Körpern eigen sein. Man gelangte dann zu dem weiteren Schlusse, daß alle Elemente aus demselben Urstoffe zusammengesetzt seien, und daß aller Werdegang mit schließlicher Auflösung in diesen Urstoff enden werde.

Gibt es nun experimentelle Tatsachen, welche eine solche Anschauung von der Allgemeinheit der Radioaktivität zu stützen geeignet sind? Dr. Greinacher führt eine Reihe solcher an, zunächst die, daß die Jonisation*) der Luft in geschlossenen Gefäßen von der Natur der Gefäßwand abhängt. Die Versuche haben zu dem Schlusse geführt, daß die Leitfähigkeit zum Teil wahrscheinlich von einer schwachen α-Strahlung der Metalle herrührt.

Neues Licht über die Frage der Allgemeinverbreitung der Radioaktivität versprechen ferner die neueren Untersuchungen über die strahlenlose Umwandlung gewisser Körper. Schon länger war es bekannt, daß gewisse Stoffe sich als inaktiv erwiesen, auch wenn ihr Zerfall als festgestellt galt. Dies war dann der Fall, wenn die Substanz Glied einer Zerfallsreihe war, in der also die Körper nach der Reihenfolge ihrer Umwandlung ineinander geordnet sind. So sind z. B. in der Radiumreihe Radium B und Radium D inaktiv, ferner sind nach den neuesten Untersuchungen das eigentliche Thor und Actinium strahlenlos. Sie verdanken die unter gewöhnlichen Umständen an ihnen zu beobachtende Aktivität ihrem ersten Zerfallsprodukt, dem Radiothorium bezw. Radioactinium.

Zur Erklärung der Umwandlung ohne Strahlenaussendung dienen die Versuche über den Geschwindigkeitsverlust, den die α-Strahlen beim Durchgang durch die Materie erleiden. Rutherford hat zuerst gezeigt, daß die α-Partikel unterhalb einer gewissen Geschwindigkeit, die etwa gleich $1/_{20}$ der Lichtgeschwindigkeit ist, die Luft nicht mehr ionisieren und auch weder die photographische Platte noch den Fluoreszenzschein mehr beeinflussen. Daraus erklärt sich die sogenannte „Reichweite" der verschiedenen α-Strahlen: sie ist einfach dadurch gegeben, daß die α-Teilchen nach Durchlaufen einer gewissen Luftstrecke so viel an Geschwindigkeit eingebüßt haben, daß sie die Luft nicht mehr ionisieren können. Wenn man auf die radioaktive Substanz ein dünnes Aluminiumblättchen legt, so werden dadurch bereits die α-Strahlen verlangsamt, und je mehr Aluminiumblättchen man auflegt, um so mehr schrumpft die „Reichweite" zusammen. Bei genügender Dicke der Aluminiumschicht treten α-Partikel unterhalb der kritischen Geschwindigkeit ($1/_{20}$ Lichtgeschwindigkeit) aus, und man erhält keine der drei Wirkungen mehr, die man zum Nachweise der Radioaktivität benützt. Der Körper wird also inaktiv befunden, selbst wenn er α-Teilchen von einer Geschwindigkeit, die an $1/_{20}$ Lichtgeschwindigkeit heranreicht, aussendet. In dieser Weise ließe sich vielleicht die sogenannte strahlenlose Umwandlung erklären: die Körper scheinen bloß keine Radioaktivität zu haben, weil unsere Methoden α-Teilchen unterhalb der kritischen Geschwindigkeit nicht erkennen lassen. Solange aber der Zerfall mit korpuskularer Strahlung verbunden ist, müssen wir einen Körper als radioaktiv erklären, gemäß der von Soddy vorgeschlagenen Definition: Radioaktiv ist ein Stoff, der die wesentliche Eigenschaft besitzt, korpuskulare, d. h. aus minimalen Stoffteilchen bestehende Strahlung auszusenden.

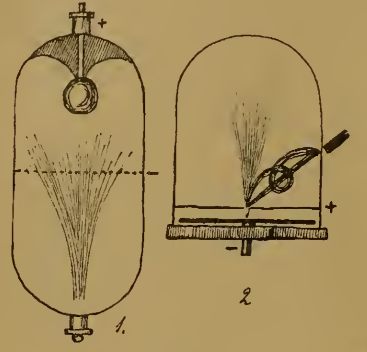
Es steht also, da wir durch unsere Meßmethoden nur α-Strahlen von mindestens kritischer Geschwindigkeit nachweisen können, der Annahme nichts im Wege, daß auch die gewöhnlichen Substanzen zerfallen, daß aber ihre Umwandlung mit der Aussendung langsamerer α-Partikel verbunden ist.

Auf die von Dr. Greinacher vorgeschlagenen Wege zur Ermittlung etwaiger Radioaktivität in anderen als den bisherigen radioaktiven Substanzen brauchen wir hier nicht einzugehen, da noch keins dieser Experimente praktisch ausgeführt ist. Dagegen interessiert uns die erste Frage seiner radioaktiven Probleme: Entsteht aus Polonium Helium?

Durch die im vorhergehenden Abschnitte geschilderten Entdeckungen W. Ramsays gewann die Theorie vom Zerfalle der Atome eine mächtige Stütze. Anfangs stark angezweifelt, ist diese Umwandlung von verschiedenen Seiten (Curie, Dewar, Himstedt, Meyer) mit vieler Sorgfalt nachgeprüft worden, und zwar stets mit bestätigendem Erfolge. Die Versuchsergebnisse mußten demnach im Sinne der Zerfallstheorie so gedeutet werden: Die Radiumemanation zerfällt unter Abschleudern von α-Partikeln einerseits in die induzierte Aktivität (oder besser in den aktiven Belag, active deposit) und in Helium anderseits. Im besonderen mußten es die α-Partikel sein, welche sich in Helium umbilden. Die einfachste Annahme war dabei die, daß die α-Partikel selbst Heliumatome sind und sich von diesen nur insofern physikalisch unterscheiden, als sie mit großer Geschwindigkeit und mit positiver Ladung lebhaft von der radioaktiven Substanz abgeschleudert werden.

*) Die radioaktiven Ausstrahlungen haben die Fähigkeit, die Luft zu „ionisieren", d. h. elektrisch leitend zu machen, so daß im Raum irgendwo angesammelte Elektrizität schnell zerstreut wird.

Diese Auffassung schien durch die Untersuchungen von Bragg und Kleemann bestätigt, die gefunden hatten, daß das Radium mit den in ihm enthaltenen Zerfallsprodukten α-Partikel von viererlei Geschwindigkeit aussendet. Es mußten also außer dem Radium selbst noch drei seiner Zerfallsprodukte α-Strahlen aussenden, und diese sind, wie sich herausstellte, die Emanation, Radium A und Radium C. Der Zerfall des Radiumatoms ging demnach so vor sich, daß viermal ein α-Partikel vom Atomgewicht 4 (Helium) abgeschleudert wurde. Als Atomgewicht des Radiums 225 angesetzt, gelangt man auf diese Weise zu einem Atomgewicht von 225 — (4 × 4) = ungefähr 210. Das aber ist die Zahl, die für das Radium F (Polonium, Radiotellur) nach seinem chemischen Verhalten und nach seiner Stellung im periodischen System vermutet



Kathodenstrahlung

wird. Die Annahme, das α-Partikel sei ein Heliumatom, war demnach in bester Übereinstimmung mit dem experimentellen Ergebnis, daß vom Radium bis zum Radium F vier α-Strahlenprodukte vorhanden sind. Es ließ sich dann allerdings nicht nur von der Radiumemanation, sondern auch von anderen radioaktiven Körpern eine Heliumbildung erwarten.

Durch Experimente hat Dr. H. Greinacher versucht festzustellen, ob sich auch aus dem Polonium Helium bilde. Der Versuch mißlang. Allerdings war die Menge des ihm zur Verfügung stehenden Poloniumpräparats minimal, etwa einige Tausendstel Milligramm; doch meint er nicht, daß diese geringe Menge an dem Ausbleiben der Heliumlinie schuld sei, die sich trotz lange fortgesetzter Versuche im Spektrum nicht gezeigt hat.

Das negative Ergebnis läßt sich in verschiedener Weise deuten. Eine Möglichkeit ist die, daß die Menge des entstandenen Heliums zu gering war, um sich spektralanalytisch noch nachweisen zu lassen. Ferner konnte ein Teil des Gases, da die α-Partikel zum Teil auf die direkt anliegende Glaswand des Versuchsgefäßes treffen mußten, auf dem Glase haften bleiben. Endlich aber konnte sich überhaupt kein Helium aus dem Polonium gebildet haben.

Nimmt man letzteres an, so müßte man die Ansicht, daß jedes α-Teilchen ein Heliumatom sei, aufgeben und zulassen, daß gewisse radioaktive Substanzen auch andere gasförmige Abspaltungsprodukte bilden könnten. Nun ist das Heliumatom gar nicht das kleinste Massenquantum, das wir kennen; ist doch das Wasserstoffatom noch viermal leichter. Es ist deshalb auch nicht von vornherein zu erwarten, daß die α-Teilchen aller radioaktiven Stoffe das ganz willkürlich eingesetzte Atomgewicht 4 hätten. Der Gedanke, die α-Teilchen seien stets Heliumatome, wäre nur dann ohne weiteres einleuchtend, wenn man letztere als Urquanten der Materie ansehen könnte.

Während die Ausstrahlungen der radioaktiven Elemente das größte Interesse in Anspruch nehmen, schreitet die Strahlenforschung auch auf anderen Gebieten rüstig vor. Zu den neuerdings schärfer ins Auge gefaßten Strahlenarten gehören die Anoden- und die Kanalstrahlen.

Besonders die positiv-elektrischen Strahlen, die den α-Strahlen des Radiums verwandten Kanalstrahlen sind Gegenstand interessanter und wichtiger Untersuchungen gewesen, deren Resultate Dr. C. Grebe in einem Referat zusammengefaßt hat.*) Erinnern wir uns jedoch vorher dessen, was bisher über diese Strahlen bekannt war!

Die Kanalstrahlen wurden 1886 von Goldstein entdeckt, als er in einer Vakuumröhre (möglichst luftleer gemachtes Glasgefäß), die an beiden Enden mit Elektroden, den Zuleitern der elektrischen Kraft, ausgerüstet ist, die negative Elektrode (Kathode) durchbohrte und ein kleines Röhrchen ansetzte. Dann traten an der der positiven Elektrode (Anode) abgewandten Seite der Kathode Strahlen aus, die der Entdecker nach der Art ihrer Entstehung als Kanalstrahlen bezeichnete. Viel auffallender erhält man diese Strahlen jedoch, wenn man eine siebartig durchbrochene oder von engen Kanälen durchsetzte sogenannte Netz-Kathode verwendet (s. Abb. 1). Wir sehen das Auftreten der Kanalstrahlen in einem hochevakuierten großen elektrischen Ei, in dem eine aus Drahtnetz hergestellte Scheidewand in der Mitte als Kathode, eine Aluminiumkugel als Anode dient. Nur auf der Mitte der letzteren zeigt sich schwaches blaues Glimmlicht, zu beiden Seiten der Scheidewand erscheinen die rotgelben Kanalstrahlen, und zwar auf der Seite nach der Anode zu als sich erweiterndes, auf der Rückseite als sich verjüngendes Bündel, das die rückwärtige Verlängerung des ersteren bildet. Magnetische und elektrische Kräfte wirken nur in äußerst geringem Maße auf die Kanalstrahlen ein, wie sich auf folgende Weise zeigen läßt (s. Abb. 2). Bringt man dicht über einer plattenförmigen Kathode eine in der Mitte durchbohrte, bis an die Gefäßwandungen reichende Anode an, so tritt aus der Öffnung ein Strahlenbündel, das bei Annäherung eines Magneten in drei Teile zerfällt: ein nicht abgelenktes Bündel Kanalstrahlen und zwei Bündel Kathodenstrahlen, das eine in der Richtung der Kraftlinien, das andere in Form einer darumgewickelten Spirale.

Das Wesen der Kanalstrahlen wurde 1897 erkannt, als W. Wien diese Strahlen als positiv-elektrisch geladene Teilchen erwies. Als Trä-

*) Naturw. Wochenschr., Bd. VI, Nr. 26.

ger der elektrischen Ladung sind Atomionen anzunehmen. Interessante Erscheinungen bietet ferner das Licht der Kanalstrahlen. Während sie in Luft goldgelb erscheinen, sind sie in Wasserstoff schön rosa und wieder andere Farben zeigen sich in anderen Gasen. Zerlegt man das Licht durch Prismen, so zeigen sich die Spektra der Gasfüllung der Röhre und zugleich die des Elektrodenmetalls. Was leuchtet nun in der Röhre, die ruhenden Gasmoleküle oder die bewegten Kanalstrahlenteilchen? Zur Entscheidung dieser Frage hat Stark eine Reihe äußerst interessanter Versuche gemacht, die eine Fülle wichtiger Ergebnisse gezeitigt haben. Auf Grund der Erscheinungen bei diesen Versuchen hat Stark folgende Theorie aufgestellt:

Die einzigen elektrischen Stoffteilchen (Atome) sind die negativen Elektronen. Ein neutrales (unelektrisches) Atom hat eine bestimmte Anzahl dieser Elektronen. Sind mehr als diese Anzahl in ihm enthalten, so ist das Atom negativ elektrisch, sind dagegen zu wenig vorhanden, so ist es positiv geladen. Diese Annahmen erklären die in den Kanalstrahlen sich zeigenden Erscheinungen, auf die näher einzugehen uns hier zu weit führen würde, und sie werden durch verschiedene andere Versuche Starks unterstützt und bestätigt.

In welchem Teile einer Kanalstrahlenröhre werden diese Strahlen nun eigentlich erzeugt? Ist es nicht merkwürdig, daß sich positiv geladene Teilchen von der Kathode entfernen? Es ist verschiedentlich angenommen worden, die Kanalstrahlen gingen von der Anode aus und durchsetzten die Kathode. Daß dies nicht richtig ist, ergibt sich schon aus der Tatsache, daß die Richtung der Kanalstrahlen von der Lage und Gestalt der Anode ganz unabhängig ist und nur von der der Kathode abhängt. Deshalb verlegt man mit mehr Recht die Entstehung der Strahlen in die Kathode. Von ihr gehen die Teilchen neutral oder negativ-elektrisch aus und werden durch Verlust von Elektronen in der negativen Glimmschicht positiv elektrisch. Dadurch wird ihre Richtung umgekehrt, sie fliegen auf die Kathode zurück und sind infolge ihrer Bewegungsenergie im stande, die Öffnungen der Kathode zu durchdringen und jenseits der Kathode auszutreten.

Eine neue, wenn auch längst erwartete Art Strahlen sind die Anodenstrahlen, die kürzlich von Gehrke und Reichenheim entdeckt sind. Schon lange war man auf der Suche nach Strahlen, die etwa in derselben Weise von der Anode der Vakuumröhre ausgehen sollten wie die Kathodenstrahlen von der Kathode. Nun scheint der Nachweis solcher Strahlen in der Tat gelungen zu sein. Sie bilden sich anscheinend unter gewöhnlichen Umständen nicht, sondern kommen nur zu stande, wenn die Abtrennung von Metallionen durch Verwendung leicht verdampfender Salze begünstigt wird,*) eine ganz zufällige Entdeckung, die schließlich zu der folgenden, ganz einfachen Erzeugung der Anodenstrahlen führte.

Bei dieser Anordnung ist es nur nötig, eine Anode aus festem Salz und eine gewöhnliche Kathode in die Vakuumröhre einzuführen. Ein Salzzylinderchen, das durch einen Metalldraht mit der positiven Spannung verbunden wird, ist bis auf eine kleine Öffnung rings in Glas eingeschlossen. Durch diese Öffnung treten dann die Strahlen aus. Besonders günstig für diese Versuche erwiesen sich Lithium- und Natriumsalze.

Bei mäßiger Luftverdünnung in der Röhre leuchten die Anodenstrahlen stark; wird die Verdünnung immer weiter getrieben, so tritt die Helligkeit der Strahlen selbst zurück, aber die Fluoreszenz, das durch die Belichtung hervorgerufene Selbstleuchten der von ihnen getroffenen Glaswand, nimmt an Stärke zu. Dabei wechselt die Fluoreszenzfarbe mit dem verwendeten Salz und stimmt mit der Farbe des leuchtenden Salzdampfes überein, was damit zusammenhängt, daß in den Anodenstrahlen Stoffteilchen des Salzes transportiert werden. Letzteres ließ sich daran erkennen, daß ein den Strahlen entgegengestelltes Glimmerplättchen zunächst nur schwach fluoreszierte, nach und nach aber immer lebhafter in der dem Salze entsprechenden Farbe leuchtete, bei Kochsalz also gelb, bei Lithiumbromid rot usw.

Wie die Bezeichnung Anodenstrahlen schon sagt, pflanzen diese Strahlen sich in gerader Richtung fort. Es werfen infolgedessen Körper, die ihnen entgegengestellt werden, scharfe Schatten. Von den sich ebenfalls geradlinig fortpflanzenden Kathodenstrahlen unterscheiden sie sich dadurch, daß sie durch Heranbringen eines Magneten nicht merklich abgelenkt werden. Dies würde darauf hindeuten, daß die von der Anode ausgehenden Teilchen elektrisch neutral sind. Doch haben Gehrke und Reichenheim nachgewiesen, daß die Anodenstrahlen positive Ladung mit sich führen. Eine geringe Ablenkung durch den Magneten dürfte also immerhin zu erwarten sein. Daß diese sich wenig bemerklich macht, läßt sich darauf zurückführen, daß die Anodenteilchen bedeutend größere Masse, also auch größere Trägheit besitzen als die Partikel der Kathodenstrahlen.

Die Versuche legen die Anschauung nahe, daß wir es bei den Anodenstrahlen mit den längst gesuchten positiven Strahlen zu tun haben, die zu den Kathodenstrahlen etwa in einem ähnlichen Gegensatze stehen wie die β-Strahlen des Radiums zu dessen α-Strahlen. Manche Forscher sind geneigt, sie mit letzteren sogar zu identifizieren. Wir hätten also mit Beziehung auf die Radiumstrahlen folgende drei Strahlenarten zu unterscheiden:

1. Anodenstrahlen, von der Anode stammend, also positiv elektrisch geladen, wegen ihrer Gewichtigkeit wenig ablenkbar und nur mit einer Fortschreitungsgeschwindigkeit von rund 5 Millionen Metern in der Sekunde, von verhältnismäßig geringer Durchdringungskraft, d. h. sie werden von den meisten Stoffen absorbiert; man kann sie auch α-Strahlen nennen.

2. Kathodenstrahlen, von den Kathoden kommend, also negativ elektrisch geladen, leicht ablenkbar, weniger gewichtig und mit einer Fortschreitungsgeschwindigkeit von 30 bis 250 Millionen Metern in der Sekunde; auch β-Strahlen genannt.

*) Naturw. Wochenschr., 6. Jahrg., Nr. 31 (Dr. H. Greinacher).

3. Röntgenstrahlen, ohne Ladung, durch Aufprallen der Kathodenstrahlen auf gewisse Körper hervorgerufen, sind ohne Ladung, stellen fliegende Teilchen von großer Durchdringungsfähigkeit dar und werden auch γ-Strahlen genannt.

Schließlich müssen wir noch auf zwei neue Strahlungen hinweisen, eine den Blondlotschen N-Strahlen anscheinend verwandte Metallstrahlung und eine die radioaktiven Ausstrahlungen verallgemeinernde Entdeckung von Prof. Dr. Remelé in Eberswalde.

Unsere Leser werden sich erinnern, daß die von Blondlot entdeckten Nancy- oder N-Strahlen (s. Jahrb. II, S. 128; III, S. 124) in der Wissenschaft eine fast allgemeine Ablehnung erfuhren. Die nachprüfenden Gelehrten fanden sie nicht, auf die photographische Platte wirkten sie nicht und Prof. Lummer wies sie als physiologische Täuschung nach. Sie schienen demnach abgetan. Nun scheint jedoch Dr. M. Gebhardt*) bewiesen zu haben, daß eine den Nancy-Strahlen ähnliche Metallstrahlung tatsächlich vorhanden sei, und zwar bewies er ihr Dasein mit Hilfe der photographischen Platte, die bei Blondlots Versuchen versagte.

Das Problem der Metallstrahlung hat in den letzten Jahren viele Forscher beschäftigt, und Kahlbaum gab der Fähigkeit gewisser Metalle, sich selbst zu photographieren, den Namen Aktinautographie, Strahlenselbstschreibung. Er folgerte aus seinen mit verschiedenen Metallen in dunklen Kästen, die Trockenplatten enthielten, gemachten Versuchen, daß eine Emanation (Ausströmung) vorliegt, die den Gesetzen der Schwere unterworfen ist. Wenn er nämlich in diesen Kästen in genau gleicher Entfernung über und unter dem benützten Metallstreifen je eine photographische Platte anbrachte, so zeigte die untere stets ein deutlicheres Bild des Metalls als die obere. Hinsichtlich der Schwerewirkung sagt er selbst: Daß es nicht leicht wird, solchen Gedanken auszusprechen, liegt auf der Hand. Anzunehmen, daß von einem mit Blei, Zink oder Kupfer gedeckten Dache beständig ein feiner Regen einer schweren Emanation sich in das Haus ergieße, widerspricht unseren bisherigen Erfahrungen so vollständig, daß man allen Grund hat, beim Aussprechen derselben die äußerste Vorsicht walten zu lassen. — Ganz besonders ins Auge fallende Unterschiede zwischen oben und unten ergaben sich bei Anwendung von Zink und Uran.

Nach allem ist also eine eigentümliche Selbststrahlung gewisser Metalle nachgewiesen und auch nach Dr. Gebhardts eigenen Versuchen nicht mehr zu bezweifeln. Diese Versuche brachten ferner den unzweifelhaften Beweis, daß die Ausstrahlung stärker nach unten wirke. Eine merkwürdige Erscheinung ergab sich dabei noch. Wählt man nämlich, während Platten und Metall horizontal liegen, ihren gegenseitigen Abstand groß, etwa 1 Zentimeter und mehr, so fällt der Unterschied zwischen oberem und unterem Bilde zwar weniger ins Auge; dafür weist aber die untere Platte zahlreiche, unregelmäßig verteilte, intensiv schwarze Punkte bis etwa zu Stecknadelkopfgröße auf, die einen tiefschwarzen Kern und ringsum einen schnell verlaufenden Hof besitzen. Solche Punkte treten vereinzelt zwar auch nach oben auf, jedoch nicht immer und jedenfalls in wesentlich geringerer Anzahl. Auch dies könnte als Beweis gelten, daß Materie sich von selbst und stetig von dem Bleche loslöst, dabei, mit einer gewissen Anfangsgeschwindigkeit entfliehend, der Schwerkraft unterliegt und, einen verhältnismäßig sehr großen Luftwiderstand findend, sich bei hinreichendem Abstand von Blech und Platte unterwegs zu Klümpchen zusammenballt, die auftreffend jene tiefschwarzen Stellen erzeugen. Je länger die Exposition der Platte dauert, desto mehr Stellen zeigen sich, während ein zweites und drittes oberhalb bezw. unterhalb der ersten Platten angebrachtes Plattenpaar keine Spur von Schwärzung erkennen läßt.

Als Erklärung der eigentümlichen photographischen Wirkung kann eine zweifache Annahme dienen. Einmal liegt ein Vorgang vor, der den Charakter einer Strahlung in optischem oder verwandtem Sinne zu haben scheint. Anderseits aber scheint mit dieser Strahlung eine ganz langsame molekulare Abbröckelung Hand in Hand zu gehen, etwas Ähnliches wie Kahlbaums feiner Bleiregen. Für diesen Teil der Erscheinung muß sich folgerichtig ein Einfluß der Erdanziehung ergeben. Die materielle Emission der Metalle Zink und Magnesium, um die es sich zunächst handelt, ist von einem Regen insofern wesentlich verschieden, als sie eine, wenn auch nur geringe Anfangsgeschwindigkeit beim Verlassen des Metallstückes besitzt. Dieser Antrieb wird ihr vielleicht durch abstoßende Molekularkräfte erteilt, die nur an der äußersten Oberflächenschicht wirksam werden können, jedenfalls aber auch schon im Innern der Metallmasse vorhanden sind.

Vielleicht wird die Annahme einer wirklichen, der Schwere unterworfenen Strahlung oder Emission auch noch durch die Tatsache unterstützt, daß jedes, selbst das sorgsamst gereinigte Metallblech, einen ihm eigentümlichen Geruch besitzt, besonders wenn es vorher gelinde erwärmt worden ist. Es ist dann sogar möglich, solche Metalle, wie Eisen, Zinn, Kupfer, Aluminium, Zink, bei verbundenen Augen durch die Nase zu unterscheiden. Dieser Geruch setzt nach dem jetzigen Stande unserer physiologischen Kenntnisse eine Reizung der Riechnerven durch fein verteilte Materie voraus. Daß dabei ein merkbarer Gewichtsverlust nicht eintritt, darf bei unseren modernen Erfahrungen mit radioaktiven Stoffen nicht wundernehmen.

Gegen die Überschätzung der radioaktiven Stoffe als der alleinigen Besitzer der Radioaktivität wendet sich Prof. Dr. Remelé nach 10jähriger Beschäftigung mit dem Gegenstand.*) Er hatte sich vorgenommen, Mineralien und Verbindungen zu untersuchen, die vorher noch nicht in Betracht gezogen waren, besonders gewisse Verbindungen des Stickstoffes, und zumal den Einfluß langer Versuchszeiten zu prüfen.

*) Sitzungsber. und Abhandl. der „Isis" zu Dresden, 1906, I.

*) Gaea, 43. Jahrg., Heft 7.

In der Tat wurde mit mehreren Mineralien, in denen bis jetzt keine Spur von Uran oder Thorium nachgewiesen worden ist, deutliche photographische Wirkung durch schwarzes Papier hindurch erzielt. Das merkwürdigste Resultat gab der Borstickstoff, eine weiße pulverige Substanz, die bei hoher Temperatur entsteht, von den gewöhnlichen Lösungsmitteln nicht angegriffen wird und die Eigenschaft besitzt, beim Erhitzen in einer nichtleuchtenden Bunsenflamme mit schönem grünlichweißen Lichte zu leuchten. Von einem recht alten, 1879 dargestellten Präparat dieses Stoffes wurde 1904 ungefähr ein Gramm in Form eines lateinischen B auf einen Umschlag von glänzendem schwarzen Papier gelegt, in dem sich, mit der Bildseite nach oben, eine empfindliche Bromsilbergelatineplatte befand. Eine Berührung des Papiers mit der Platte fand nicht statt. Die Platte mit dem Präparat lag in einem gut verschlossenen Pappkasten für Trockenplatten, der mit schwarzem Tuche überdeckt war und völlig unberührt in einer ungeheizten Dunkelkammer stand. Nach einer Expositionsdauer von 2 Jahren 2 Monaten und 8 Tagen wurde die Platte entwickelt und lieferte ein Strahlungsbild ganz desselben Charakters und ebenso ausgeprägt wie diejenigen, welche man mit den Uran- und Thoriumsubstanzen bekommt.

Eine besonders kräftige Wirkung nach bloß achttägiger Exposition zeigte die Stickstoffverbindung Urannitrid; es hatte weit kräftiger und ganz anders auf die Platte gewirkt als die anderen mit ihm zusammen an derselben Platte erprobten uranhaltigen Substanzen. So kommt Prof. Remelé auf Grund seiner Untersuchungen zu folgenden Schlüssen:

1. Daß die Annahme einer Abhängigkeit der Radioaktivität von dem Vorhandensein von Uran oder Thorium aufzugeben ist;

2. daß keineswegs, wie gleichfalls bisher angenommen wurde, diese Eigenschaft nur Elementen mit den höchsten Atomgewichten zukommt, sondern auch solchen mit niedrigen;*)

3. daß es Stickstoffverbindungen aus der Klasse der Nitride sind, die in auffallender und eigenartiger Weise ein radioaktives Verhalten zeigen, das als eine Folge von langsamer oder schneller sich abspielenden Zersetzungsvorgängen zu deuten sein dürfte.

Prof. Remelé will nicht behaupten, daß die von ihm beobachteten Erscheinungen auf den Stickstoff selbst oder allein zurückzuführen sind; es kann sehr wohl an einen der in neuerer Zeit entdeckten Stoffe gedacht werden, welche den atmosphärischen Stickstoff begleiten und vielleicht auch bei natürlichen und künstlichen Prozessen an ihm haften bleiben. Vielleicht ist das wunderbare Sonnenelement Helium im Spiele, das gleich dem Stickstoff durch neuere Forschungen gerade in solchen Uranmineralien, die als Hauptträger der Radioaktivität gelten, nachgewiesen ist und nach W. Ramsay aus dem Radium entsteht.

*) Uran = 238.5; Thorium = 232·5; Radium = 225; Bor = 11; Stickstoff = 14·01.

Luftprobleme.

Von diesen seltenen, sämtlich dem Stickstoff der Atmosphäre anhaftenden Gasen sind bisher fünf entdeckt worden, die in der Luft in folgenden Mengen enthalten sind:

Argon	1 Volum in	106,8	Volum
Neon	1 „ „	80800	„
Helium	1 „ „	245000	„
Krypton	1 „ „	20000000	„
Xenon	1 „ „	170000000	„

atmosphärischer Luft. Es ist demnach mehr Gold im Meerwasser als Xenon in der Luft enthalten.

Mit diesen fünf Gasen (s. Jahrb. I, S. 121) scheint die Reihe der seltenen Beimischungen der Atmosphäre noch nicht erschöpft zu sein. Gewisse Übereinstimmungen in den Spektren des Krypton und Xenon deuteten darauf hin, daß diese Elemente vielleicht noch als „Verunreinigung" ein schwereres Gas derselben Gruppe enthielten. Eine Untersuchung, die Dr. Rudolf Schmidt in dieser Hinsicht unternahm *), bestätigte diese Vermutung zwar nicht, führte aber zu dem Ergebnis, daß das Xenon kein elementares Gas, sondern ein Gemisch mehrerer Gase ist. Eines derselben konnte abgeschieden und ein Teil seines ultravioletten Spektrums bestimmt werden; es scheint sich um ein Gas von wahrscheinlich hohem Atomgewichte zu handeln, das beim Durchgang einer elektrischen Entladung durch die es einschließende Röhre in einem prachtvollen Grün leuchtete, bei längerem Funken jedoch eine rötlichblaue Farbe zeigte.

Wie die Zusammensetzung der Luft in höheren Schichten ist, wie sich jenseits der Höhen, aus denen der Forscher noch Proben herabholen könnte, das Verhältnis der verschiedenen Bestandteile zueinander gestaltet, wissen wir gegenwärtig nicht, und theoretische Erwägungen darüber entbehren der ausreichenden Grundlagen. Jenseits der Atmosphäre aber dehnt sich das rätselvolle Etwas (oder Nichts?) des Weltäthers aus, der nach Mendelejeff, dem berühmten russischen Chemiker, das leichteste aller Elemente darstellt. Er hat ihm neben dem Namen Newtonium auch allerhand Eigenschaften beigelegt, die es ermöglichen sollen, daß dieses Gas keine begrenzten Atmosphären bildet, sondern alle Körper mit Leichtigkeit durchdringt und selbst durch einen Fixstern von der fünfzigfachen Masse unserer Sonne nicht festgehalten werden kann. Unter der Voraussetzung, daß die Gravitation oder Schwere ohne Einfluß auf die Temperaturverteilung innerhalb einer Gasmasse sei, kommt Mendelejeff zu der Annahme, daß die Temperatur des Weltraumes — 80° C betrage, ein Schluß, der von vielen namhaften Physikern der Gegenwart gutgeheißen wird.

Prof. A. Schmidt in Stuttgart, dessen kühnes Auftreten gegen verschiedene physikalische Annahmen uns schon in den voraufgehenden Jahrbüchern beschäftigt hat, tritt diesem Schlusse des russischen Physikers entgegen, indem er die Konsequenzen,

*) Verhandlungen der Deutsch. Physik. Gesellsch., 1906, Nr. 14.

welche die Hypothese Mendelejeffs nach sich zieht, darlegt. *)

Prof. Schmidt beweist den Einfluß der Schwere aus theoretischen Gründen und aus meteorologischen Tatsachen. Die ersteren, deren Erörterung uns zu weit in die Sätze der theoretischen Physik führen würde, zeigen, daß im Wesen des Gaszustandes die Tendenz begründet liege, unter der Wirkung der Schwere Wärme von oben nach unten zu leiten, bis sich ein statisch labiler Gleichgewichtszustand ausgebildet hat.

Unter den Tatsachen, welche den Einfluß der Schwere auf die Temperatur der atmosphärischen Luft beweisen, ist die wichtigste die allgemeine Abnahme der Temperatur nach oben. Noch vor wenigen Jahren hat man die Fähigkeit der Luft, die Wärme der Sonnenstrahlung zu absorbieren, sehr gering angeschlagen und die Erdoberfläche als die weit überwiegende Wärmequelle der Atmosphäre betrachtet, von welcher die Luft ihre Wärme durch Leitung erhalte. Heute nehmen wir nach Langleys Messungen an, daß die Atmosphäre 40 Prozent der Sonnenstrahlung absorbiert, dazu mindestens die Hälfte der dunklen Erdstrahlung, und daß sie noch durch Kondensation des aufsteigenden Wasserdampfes Wärme erhält, die nur zum Teil aus ihren tiefsten Schichten, zum Teil vom Wasser und Erdboden entstammt. Die Prüfung der Wärmeökonomie hat z. B. Bezold zu der Überzeugung geführt, daß der Erdboden erheblich mehr abkühlend als erwärmend auf die unteren Luftschichten einwirke. Man sehe die Sache an, von welcher Seite man will, es liegt kein Grund vor, der Schwere die Anerkennung zu versagen, daß sie nicht bloß die Massenbewegung, sondern auch die Wärmeleitung beschränke und die Zerstreuung von Massen und Wärme verhindere.

Für die Annahme, daß der Äther von stoffartig gasiger Beschaffenheit sei, tritt Prof. Schmidt nicht nur, wie Mendelejeff, vom chemischen Gesichtspunkte aus, sondern auch aus physikalischen und astronomischen Gründen ein. Nur kann damit zugleich nicht der Einfluß der Schwere auf die Wärmeleitung geleugnet werden, ohne zu ganz verkehrten Ergebnissen zu gelangen.

Schon die Tatsache der Wärmestrahlung der Sonne hat zu der Vorstellung geführt, daß sie fortschreitend erkalte, und es sind sogar Versuche gemacht worden, die Zeit zu berechnen, nach welcher die der Erde zugestrahlte Sonnenwärme unzureichend sein werde, organisches Leben hienieden zu erhalten. Die Erfüllung des Weltraumes mit einem Gase von den Eigenschaften des Newtoniums muß aber die Gefahr einer fortschreitenden Abkühlung ungeheuer vergrößern. Je größer die molekulare Geschwindigkeit eines Gases ist, desto mehr wächst seine Fähigkeit, die Wärme zu leiten. Schon für Wasserstoff ist die Wärmeleitungsfähigkeit 6·3mal größer als für atmosphärische Luft. Dem Newtonium erteilt Mendelejeff bei — 80° eine dem Molekulargewichte 0·000001 entsprechende molekulare Geschwindigkeit von 2,240.000 Metern. Zu der Abkühlung durch Strahlung bringt also die Stoffhypothese des Äthers noch die Abkühlung der Himmelskörper durch Leitung hinzu innerhalb eines umgebenden Stoffes von — 80° Temperatur, eines Stoffes, dessen Leitungsfähigkeit diejenige der bestleitenden Metalle weit hinter sich lassen muß. Schon die Theorie der Abkühlung durch Strahlung führt für sich allein auf Zeiträume, welche hinter den von den Geologen berechneten Zeitaltern der Bildung unserer Erdkruste weit zurückbleiben. Kommt noch diese Wärmeleitung hinzu, so versteht man nicht, warum die Sonne nicht in einem einzigen Menschenalter erlöschen sollte.

Aber altert denn die Welt wirklich? Wo sind sie, die Zeugen dieses fortschreitenden Alters? fragt Prof. Schmidt. Ob die Fixsterne vom roten Typus in absteigender Entwicklung den anderen voraus oder aber in aufsteigender hinter ihnen zurück sind, wegen langsameren Wachstums, wir wissen es nicht. Auf der Erde sind die geologischen Schichtenfolgen nicht Zeugnisse fortschreitender Erkaltung, sondern eines unregelmäßigen, teils langsam, teils katastrophisch sich vollziehenden Wechsels auf- und absteigender klimatischer Zustände. Selbst dem Erstarren kristallinischer Gesteine in den Urgebirgen könnte nach einigen Anzeichen eine Epoche organischen Lebens auf der Erde vorausgegangen sein. Wenn heute ein Meteorstein von der Größe eines Planetoiden mit 43 Kilometern Geschwindigkeit die Erde träfe und die Schale des Eies zertrümmerte, so würde von der ganzen Kulturschicht der Sedimentärgebirge vielleicht nichts übrig bleiben als da oder dort ein vom Schmelzfluß umhüllter Rest Kalk oder Steinkohle, umgewandelt zu Urkalk, zu Graphit.

Die Disharmonie der Vorstellungen verschwindet nach Schmidt völlig, sobald man der Gravitation (Schwere) die wärmezurückleitende Eigenschaft zuerkennt, sobald man zugibt, daß das Gesetz der Energiezerstreuung, im besonderen das Gesetz der Wärmeleitung, durch die Gravitation beeinflußt ist. Dann ist damit die Mendelejeffsche Ätherhypothese sehr wohl zu vereinigen. Wenn es dieses leichteste Gas, den Äther Mendelejeffs, das Newtonium, gibt — und Prof. Schmidt will es nicht bestreiten —, das den Weltraum erfüllt, so müssen dessen Temperatur und molekulare Geschwindigkeit am kleinsten sein in den größten Entfernungen von den anziehenden Weltmassen, Temperatur und Geschwindigkeit müssen mit der Annäherung an die Massen wachsen und an den Oberflächen der massigsten Himmelskörper ihre höchsten Beträge erreichen. Unter plausiblen Annahmen gelangt Prof. Schmidt rechnerisch zu dem Ergebnis, daß von den Grenzen der Erdatmosphäre bis in unendliche Entfernung die Welttemperatur nur um 34·2° abnehmen könne. — In welcher Weise die Temperaturumkehr in 11 bis 14 Kilometer Höhe über der Erdoberfläche mit der wärmezurückleitenden Eigenschaft der Gravitation in Einklang zu setzen ist, hat Prof. Schmidt nicht angedeutet.

Kristalle und Metalle.

Kein Problem ist in jüngster Zeit größerem Interesse begegnet, als die Möglichkeit, auf künst-

*) Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre, Bd. 2, Heft 1.

lichem Wege lebende Gebilde zu erzeugen. Immer wieder taucht in der Presse die Angabe auf, es sei diesem oder jenem Physiker oder Physiologen gelungen, im Reagenzglase Pflanzen oder Mikroben zu erzeugen, welche dieselben Eigenschaften besitzen wie die entsprechenden natürlichen Wesen. Die Natur selbst bringt bisweilen anorganische Gebilde hervor, die aufs Täuschendste den Schein des Lebens erwecken. Herr C. Völzing aus Worms sandte uns kürzlich eine Photographie von Eisblumen, entstanden im Winter 1906/07, die selbst von Gärtnern für das Bild einer Kryptogamenpflanze angesehen worden war.

So ging vor einiger Zeit wieder durch zahlreiche Zeitungen die Sensationsnachricht, dem französischen Gelehrten Dr. St. Leduc sei es gelungen, lebendige Pflanzen künstlich zu erzeugen. Prof. Dr. H. Molisch hat diese Gelegenheit benützt, die Entstehung dieser sogenannten künstlichen Pflanzen etwas näher zu beleuchten.*)

Eine der Anleitungen von Leduc zur Erzeugung einer künstlichen Zelle lautet etwa so: Ein 1—2 Millimeter großes Körnchen, bestehend aus ungefähr zwei Teilen Rohrzucker und einem Teile Kupfersulfat, wird „eingesät" in eine wässerige Lösung mit 2—4 Prozent Ferrozyankalium, 1—10 Prozent Kochsalz oder anderen Salzen und 1—4 Prozent Gelatine. Dann bildet sich alsbald eine verzweigte künstliche Zelle. Ein einziges Körnchen kann 15—20 vertikale, bald einfache, bald verästelte „Stengel" bis 40 Zentimeter Höhe geben, die sich wieder verzweigen und Dornen oder blattartige Teile bilden können.

Bei der Wiederholung der Leducschen Versuche fand Prof. Molisch, daß sie viel besser gelingen, wenn man anstatt des Kupfersulfats einiger seiner Versuche essigsaures Kupfer oder Kupferchlorid nimmt. Zucker, Kochsalz und Gelatine tragen dazu bei, die Gebilde höher und verzweigter zu machen; jedoch hat schon J. Reinke 1875 baumartig verzweigte künstliche Zellen beschrieben. Wirft man Kristalle von Kupfervitriol in eine Lösung von Wasserglas, so entsteht um sie herum eine hellblaue Haut von kieselsaurem Kupfer; es entstehen „Kieselzellen", die bei genügender Menge von Wasserglas sich baumartig verzweigen.

Künstliche Zellen ähnlicher Art hat der deutsche Physiologe Traube schon 1867 entstehen lassen und beschrieben, und auch die Angabe Leducs, daß solche Zellen analog natürlichen Pflanzen durch äußere Faktoren beeinflußt werden, findet sich bereits bei Traube; denn er zeigt, wie Schwerkraft und Licht das Wachstum der Zelle beeinflussen, und wie gewisse Zusätze, z. B. Traubenzucker und Kochsalz, zu den Membranbildungen auf die Gestaltung der Zellen und die Schnelligkeit des Wachstums wirken. So bedeuten die Mitteilungen Leducs keinen Fortschritt auf dem Gebiete der schon 1867 von M. Traube entdeckten künstlichen Zellen. Leduc hat seine künstlichen „Pflanzen" zwar nicht als lebend hingestellt, aber durch die von ihm angewendete Ausdrucksweise doch dazu beigetragen, daß Uneingeweihte seine künstlichen Zellen als lebende auffassen.

*) Die Umschau, 11. Jahrg., Nr. 5.

Wie sehr die Tatsachen zu solcher Auffassung verführen können, bewies auf der vorletzten Naturforscherversammlung in Stuttgart der Vortrag Prof. O. Lehmanns über flüssige und scheinbar lebende Kristalle. Hier hören wir z. B. von einer „Vergiftung", anderseits von einer „Knospenbildung" bei Kristallen. Bei der Vergiftung reduzieren (rückbilden) sich tannenbaumähnliche Kristallformen bei Zusatz von Eisenchlorid zu der Nährlösung zu vierblättrigen Blumen, werden also in ihrem Wachstum beträchtlich gestört. Unter den merkwürdigen flüssigen Kristallen gibt es solche, welche die Form einseitig abgeplatteter Kugeln annehmen. Aus der Abplattungsfläche eines solchen Tropfens kann eine Knospe hervorwachsen, die leicht abfällt, wenn sie gleiche Größe erreicht hat, ein Analogon zur Vermehrung durch Knospenbildung bei Lebewesen. Zwei solcher Kugeln, in übereinstimmender Stellung verbunden, geben einen einheitlichen Tropfen. Der Doppeltropfen kann sich auch zu einem bakterienartigen Stäbchen oder zu einem langen, schlangenförmigen Gebilde ausdehnen, er wächst, wie Organismen, durch eine Art Innenaufnahme, bei immer gleichbleibender Dicke, während ein gewöhnlicher Kristall sich durch Anlagerung der neuen Teilchen auf der Oberfläche vergrößert. Ganz wie Bakterien können solche Stäbchen oder Schlangen vorwärts, rückwärts kriechen und sich gleichzeitig hin- und herschlängeln oder um ihre Achse drehen. Das



Entstehung von Eisblumen. Aufgenommen im Winter 1906/07 von Völzing, Kultur-Ing.

Allermerkwürdigste aber ist, daß sie ähnlich wie Bakterien sich von selbst in zwei oder mehrere Teile teilen können, die sich nun selbst wieder wie vollkommene Individuen verhalten und weiterwachsen.

Gehen wir von den Kristallen zu den Metallen über, so begegnet uns die höchst merkwürdige, auch noch einer vollkommenen Aufklärung bedürftige Erscheinung der Katalyse. Die katalytische Wirkung mancher Körper, d. h. die Eigenschaft, durch ihre bloße Anwesenheit eine Reaktion, die chemische Einwirkung eines Körpers auf einen anderen, einzuleiten, zu beschleunigen oder zu verzögern, ist bekanntlich zum erstenmal am Platinschwamme beobachtet. Zu den bisherigen Katalysatoren hat sich nun das Aluminium gesellt. Es vermag, wie Roland mitteilt, auf die Reaktionsgeschwindigkeit

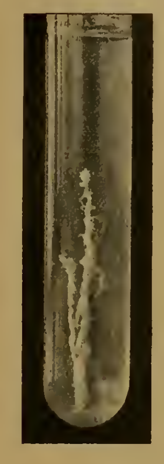


Fig. 1.



Fig. 2.

Künstliche Zellen, 1. aus kieselsaurem Kupfer, 2. aus Ferrozyankupfer.

gewisser Vorgänge in doppeltem Sinne einzuwirken, steigernd und verzögernd. *) Wirksam zeigte es sich besonders bei der Verbindung gewisser Körper mit Wasser, z. B. des gebrannten Kalkes, verschiedener Gipsarten und des Portlandzements. Die Bindungsgeschwindigkeit des Kalkes wird bei Gegenwart von im Wasser gelöstem Aluminiumchlorid bedeutend gesteigert, ebenso wirkt die Gegenwart des Aluminiumchlorids katalytisch bei der Hydratisation des Stuckgipses, auf die Bildung des Portlandzements, und zwar hier je nach der Konzentration beschleunigend oder verzögernd. Ob auch dem $AlCl_3$ eine bedeutende technische Verwendung bevorsteht wie anderen Katalysatoren, muß die Zukunft zeigen.

Unter den im vorigen Jahrgange erörterten Hypothesen über die Entstehung gewisser Mineralien dürfte manchem Leser die Annahme Prof. Meydenbauers, daß das Petroleum in Form bitumenhaltiger Meteoriten aus dem Weltraume zu uns gelangt sei, nicht sehr wahrscheinlich vorgekommen sein. Die Frage nach der Entstehung des Erdöles verursacht auch minder kühnen Geologen noch manches Kopfzerbrechen. Sollte es nach der gegenwärtig vorherrschenden Annahme aus den Zersetzungsprodukten tierischer Organismen entstanden sein, so müssen wir die Frage erheben: Woher stammten die ungeheuren Mengen von Tierleichen, die zur Bildung so ergiebiger Petroleumlager wie der kaukasischen und pennsylvanischen erforderlich waren? Diese Frage hat der leider vor kurzem gestorbene Dr. Ochsenius auf Grund seiner Erfahrungen zu lösen versucht. *)

*) Chemikerzeitung, Jahrg. 1906, 1175.

Daß auf die angedeutete Weise Petroleum entstehen kann, hat bereits Heusler bewiesen. Er stellte mit Hilfe des Aluminiumchlorids, das wir soeben als Katalysator kennen lernten, aus einem Bitumen, das aus der Destillation von Tran, Seetieren u. a. hervorgegangen war, synthetisches Petroleum her. Aluminiumchlorid ist aber ein Abkömmling von Mutterlaugensalzen und findet sich unter anderem in den Destillationsrückständen von Ölheim in Hannover.

Die ungeheuren Leichenfelder, die zur Erzeugung der riesigen Erdölmengen erforderlich scheinen, sind tatsächlich mehrfach, auch von Ochsenius selbst, beobachtet worden. Unter Übergehung seiner persönlichen Erfahrungen mit kolossalen Fischfluten in Südamerika zitiert er nur einige andere Tatsachen, die beweisen, daß das Areal und die Ausdehnung und Masse von Kadavermaterial „das bißchen Baku" erheblich übersteigen kann.

Der Dampfer „Princes Amalia" fuhr Ende Mai 1890 fast drei Tage lang im Roten Meere durch einen Heuschreckenschwarm, den der Nordwind von der Küste her ins Meer geworfen hatte. Die ganze Wasserfläche war, so weit das Auge reichte, mit Heuschrecken (Acridium aegypticum) bedeckt. Bedenkt man, daß der in 32 Stunden durchfahrene Teil des Roten Meeres etwa 120 geogr. Meilen lang und 30 breit ist, so ist die Masse der ertrunkenen Heuschrecken, ganz gering zu 20 bis 30 auf 1 Quadratmeter angenommen, eine geradezu fabelhafte, mit Zahlen kaum auszudrückende. An Afrikas Küsten kommt es vor, daß die vom Meere angespülten Heuschreckenleichen meterhoch auf viele Meilen weit am Strande liegen.

Im Juni 1880 bedeckten grüne, anscheinend kranke Schildkröten eine Strecke von 10 Seemeilen Länge und 8 Seemeilen Breite im Mexikanischen Meerbusen zwischen Galveston und Calkasien, also 275 Quadratkilometer.

Ein 2500 Kilometer langer Leichensaum von toten Fischen zog sich, stellenweise bis zu 5 Meter hoch gehäuft, 1897 an den Ufern des Ob und Irtisch hin. 1879 wurde an der Ostküste Nordamerikas der neue, bis zu 9 Kilogramm schwere Fisch Lopholatilus chamaeleonticeps entdeckt. Im Frühjahr 1882 durchfuhr ein Schiff zwischen dem Golfstrome und der Küste in der Breite der Chesapeakbai ein enormes Leichenfeld dieser Fischart auf 250 Kilometer. Alle Tiere waren tot oder sterbend, ohne daß die Ursache des Massenmordes so vieler Milliarden zu finden wäre.

Mit Hilfe der Englerschen und Heuslerschen Zahlen ließe sich leicht eine Berechnung aufstellen: Wieviel Bitumen hat Engler aus so und

*) Zeitschr. für prakt. Geol., Jahrg. XIV, Heft 2 und 8.

so vielen Kilogramm Meerestieren bei der Destillation erhalten? Wieviel synthetisches Petroleum hat Hensler aus einem Kilogramm dieses Bitumens gemacht? Wendet man das Ergebnis auf die Gewichtsmengen Fischfleisch von den sibirischen Strömen oder vom Copholatilus an, so reichen die für viele Baku aus.

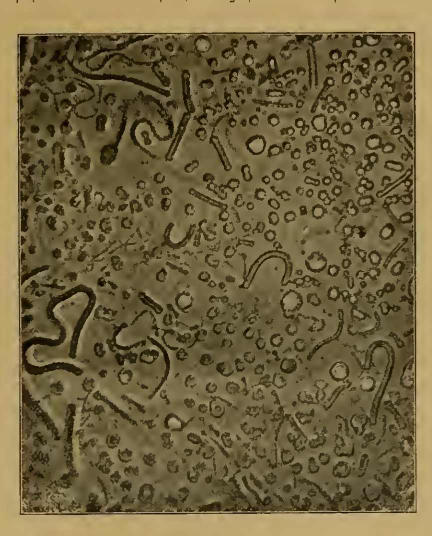
Mutterlaugenreste werden bei jeder Bildung eines leibhaftigen Steinsalzflözes erzeugt und laufen nach der Hebung desselben über das Ozeanniveau vielfach in tiefere Horizonte, wo sie (überirdisch) Salzseen, (unterirdisch) Mineralquellen und manches

dem Asphalt und ist wahrscheinlich aus dem Eikörper selbst hervorgegangen.

Dr. Bertels entwirft also folgendes Bild von dem Zustandekommen der Erdöllager:

In der Küstenregion eines Meeres, durch Korallenriffe von der See gewissermaßen abgegrenzt, entwickelte sich eine reiche Weichtierlebewelt. Ab und zu wurden diese Molluskenkolonien durch einbrechende Schlammergüsse verschüttet und das Material hermetisch eingeschlossen. War die Einschließung eine ungenügende, so ist das tierische Material einfach ausgefault und für die Erd-





Fließende Kristalle.

andere bilden auch Petroleum, wenn sie Organismen unter bestimmten Umständen antreffen.

Eine Untersuchung der Erdölvorkommen in der kaukasischen Provinz Kuban durch Dr. Alex. Bertels ergab folgendes: Die Erdölquellen waren auf eine schmale Zone beschränkt, die eine beträchtliche lineare Ausdehnung hatte; das Erdöl kam stets mit Seesalzwasser vor; es mußte sich in einem Meeresküstenstriche aus Meertieren gebildet haben. Aus den senkrechten Wandungen einer weißgebleichten Muschelschicht von $1/2$ Meter Dicke, die aufgeschlossen wurde, quoll dicke Naphtha. In größerer Tiefe stellte sich dünnflüssiges, helles Öl ein. Geschlossene, heil gebliebene Muscheln zeigten Reste des einstigen Tieres, teilweise zerstört und in grünlich-gelblich schillernde Erdölflüssigkeit verwandelt.

Hier sei folgendes, zur Bestätigung dienendes Vorkommen eingeschoben:*) Zwei amerikanische Forscher untersuchten ein in dem Schotter des Gilaflusses (Arizona) gefundenes fossiles Ei. Es enthielt das Mineral Colemanit und ein wenig Erdpech. Letzteres, dunkelbraun, ähnelt nach seinen physikalischen Eigenschaften und chemischem Verhalten

*) Amer. Journal of Science, Bd. 18, S. 363.

ölbildung verloren gegangen; daher die vielen nicht bituminösen Leichenfelder vergangener Erdepochen. Das so erzeugte Erdöl konnte seiner Beweglichkeit halber nicht unter allen Umständen an seiner Ursprungsstätte verbleiben.

Bertels hat auf späteren Reisen die gleichen Korallenriffe in den Erdölgebieten der Krim und bei Baku gefunden, auch in der geologischen Schilderung Pennsylvaniens werden sie im Silur erwähnt. Somit werden überall auf der Erde bei der Petroleumbildung dieselben Vorgänge stattgefunden haben.

Ein neuerdings entdecktes Erdölvorkommen bestätigt die Theorie von Ochsenius. Während Chile kein Petroleum besitzt, kommt solches an der Küste von Peru vor, und hier sind im südlichen Teile des Landes unweit der Stadt Nazca neue Ölschichten entdeckt worden. Die Mutterlaugenreste, die nach der Hebung der andinischen Steinsalzflöze ozeanwärts abflossen, erreichten eben in Peru die Küste, konnten da Meeresfaunen vergiften und zu Petroleummaterial umbilden, wogegen in Chile die Laugen vor der Küstenkordillere stagnierten und in Natronsalpeter verwandelt wurden (s. Jahrb. IV, S. 90). In Peru gibt's keine Küstenkordillere.

Das Lebensrätsel.

(Allgemeine Biologie, Entwicklungslehre, Paläontologie.)

Das Leben der Vorzeit. * Artwandlung und Anpassung im Tierreich. * Der Ursprung des Lebens. * Die Regenerationserscheinungen.

Das Leben der Vorzeit.

Wer ist „Homchen"? Der kleine Ahn der Menschheit, den Kurt Laßwitz mit kühner Phantasie unter den Riesen der Kreidezeit, den gewaltigen Echsen, dem Iguanodon, dem fliegenden Hohlschwanz, sich entwickeln und behaupten läßt.*) Da wir alle neugierig sind, wie dieser Urahn wohl ausgesehen hat, und der Dichter der einzige ist, der ihn leibhaftig geschaut, wenn auch nur mit den Augen des Geistes, so bitten wir ihn um Auskunft und vernehmen:

„Es war ein lustiges Tierchen, nicht größer als ein dreijähriges Menschenkind. Kala nannte sich seine Sippe, und sie rühmte sich, die fortgeschrittensten Kletterbeuteltiere der Zeit darzustellen. Homchens Fell war mit dichten, weichen Haaren bedeckt, auf der Rückenseite bräunlichrot wie der Stamm der Fichte, unten gelblichweiß wie die Flechten am Baume. Aus dem großen Kopfe blitzten zwei kluge schwarze Augen, und um sie herum bildete das Fell einen weißen Ring, wodurch sie noch größer erschienen. Darunter saß ein schwarzes Stumpfnäschen, und in dem runden Mäulchen blitzten scharfe, weiße Zähnchen. An den Seiten des Kopfes bewegten sich kleine, hellbuschige Ohren und hinten am Rücken ein ganz kurzes Schwänzchen. Arme und Beine trugen Greiffüße mit richtigen Daumen, und an allen fünf Zehen saßen lange, krallenartige Nägel."

So sah Homchen aus, der Urahn der Menschheit, leibhaftig. Wer es nicht glaubt, der lese das spannende Märchen aus der Kreidezeit nach. Leider können es die Gelehrten uns nicht bestätigen, sie haben seine Gebeine noch nicht entdeckt. Aber das kann noch kommen, wird doch so manches noch in der Kreide entdeckt. So hat vor kurzem Dr. Liebnitz aus Charlottenburg angesichts der Feuersteinlager in der rügenschen Kreide eine sehr annehmbare Erklärung für das Zustandekommen der regelmäßigen Schichtlagerung der Flintknollen und für die Entstehung der letzteren selbst gegeben.**)

Nur selten findet man am Strande des Meeres einen Feuerstein, der seine ursprüngliche Form behielt. Dann erkennt man, daß er ehemals ein niederes Seetier war, ein Blumentier, ein Stern- oder ein Weichtier, zuweilen auch ein Moostierchen (eine Bryozoe). Einen versteinerten Seeigel hat wohl jeder schon einmal in der Hand gehabt, seltener eine Seegurke (Holothurie) oder einen Kieselschwamm. Die sogenannten Lochsteine, große klumpige Gebilde mit einer Öffnung in der Mitte, hält man für versteinerte Schwämme. Andere kennen wohl die Klappersteine, meist Polypensprößlinge, deren Mageninhalt zusammengeschrumpft ist und daher in dem Hohlraume des nunmehrigen Steines beim Schütteln klappert. Alle diese Tiere haben einst im Kreidemeer gelebt und sind im Foraminiferenschlamm begraben worden.

Wie aber kommt es, daß sie innerhalb der Kreide in horizontalen, parallelen Lagern sichtbar sind, die sich in Abständen von einem halben bis zu drei und mehr Metern an den Kreidewänden entlang ziehen? Wenn im Kreidemeere ein regelloses, ununterbrochenes Sterben der Organismen stattfand wie in den heutigen Meeren, warum liegen dann die Feuersteine nicht auch ununterbrochen und regellos in dem ehemaligen Meeresschlamme, der Kreide?

Muß man da nicht folgern, daß diese Massen eben nicht unregelmäßig zu Grunde gingen, sondern in gewissen Zeitabständen massenweise und gewaltsam? Wie alt Meertiere werden, weiß man wohl nur in wenigen Einzelfällen, von den Tieren der Sekundärzeit weiß man darüber gar nichts. Können diese nicht Jahrhunderte, Jahrtausende gelebt haben, bis irgend ein Ereignis das Leben von Milliarden endete und sie in einem gemeinsamen Massengrabe vereinigte? Können solche Ereignisse nicht öfter, bald häufiger, bald seltener eingetreten sein? Dann hätten wir die parallelen Lagerungen erklärt. Sollte vielleicht das Kreidemeer, im Gegensatze zu der geltenden Anschauung, nicht eine Tiefsee, sondern im Gegenteile ein seichtes Meer gewesen sein, in gewissen Zeitabständen aufgerührt von furchtbaren Orkanen, die bei der geringen Tiefe den Meeresschlamm aufwühlten? Dann wurde in dem Wasser die Atmung für diese Organismen unmöglich, sie starben den Erstickungstod und sanken auf den Grund; der schwebende, nachsinkende Grundschlamm begrub sie dann. Damit wäre schon die parallele Lagerung der Feuersteinknollen erklärt, auch ihre weitgehende Zertrümmerung; denn bei der heftigen Bewegung des Meeres im Orkan mußten die meist wenig geschützten Weichtiere oft gegeneinander schlagen und so zermalmt werden.

Eine fernere Frage ist, wie diese Unmenge Kieselsäure in die Meerestiere hineinkam. Der Feuerstein besteht aus fast reiner, dichter Kieselsäure, die hier allerdings nach chemischer Untersuchung durch Kohlenstoff mehr oder weniger geschwärzt erscheint. Das beweist, daß diese Kieselsäure aus Organismen stammt. Deshalb nehmen wohl auch die meisten Forscher an, daß die noch

*) Homchen. Ein Tiermärchen aus der oberen Kreide. Leipzig 1907.

**) Die Flotte, 9. Jahrg., Nr. 12.

heute massenhaft im Meere aufgehäufte Kieselsäure namentlich in Gestalt von Nadeln der zahllosen Kieselschwämme in die Hüllen der abgestorbenen und verwesten Seetiere hineingeschwemmt worden sei.

Das scheint jedoch nicht richtig. Denn dann müßte man in den Feuersteinen häufig zusammengebackene Kieselnadeln finden, was nicht der Fall ist; auch daß die Nadeln in die Tiere hineingeschwemmt sein sollten, ist kaum denkbar. Vielmehr haben diese Meerestiere Kieselschwämme und andere kieselhaltige Organismen, wie Radiolarien und Diatomeen, verzehrt, und waren zum Teil wohl selbst reichlich aus unkristallisierbarer Kieselsäure zusammengesetzt, welch letztere, schon an und für sich mit Kohlenstoffverbindungen durchsetzt, durch den Verdauungsprozeß noch mehr damit gesättigt wurde. Bei der Versteinerung, d. h. bei der Umwandlung der Kieselsäure in Siliciumoxyd durch Wasserverlust schied der Kohlenstoff aus den sich allmählich zersetzenden Verbindungen aus und färbte den entstehenden Feuerstein rauchgrau bis schwarz.

Niemals findet man Feuersteinknollen, die ganz ohne Spuren ehemaliger Organisation sind. Die versteinerten Tiere sind bei dem Versteinerungsprozeß stark eingeschrumpft, die mit harten Kalkpanzern versehenen in der Regel sogar zertrümmert, wobei dann aus den Spalten der zerbrochenen Schalen die mit Kieselsäure durchsetzte Körpermasse dick hervorgequollen ist. Wo die Nahrung zur Zeit der Katastrophe noch nicht verdaut war, ist bisweilen noch erkennbar, was die Tiere verzehrt haben. Bei einem Präparat zeigte sich der ehemalige Eierstock des Tieres noch mit Hunderten von Eiern gefüllt in ihrer natürlichen gelben Färbung und verschiedenen Entwicklungsstufen. Diese Beispiele lassen zur Genüge erkennen, daß die Feuersteine nicht zufällige Ansammlungen von Kieselsäure sind, wie einzelne Forscher wollen, sondern Tiere, zum Teil von ungewöhnlicher Größe, waren; man findet Feuersteine von mehreren hundert Kilogramm Gewicht.

Das Eldorado der Paläontologen ist und bleibt Nordamerika. Vor allem sind es die Staaten Wyoming und Montana im Gebiete der Felsengebirge, zwischen den oberen Läufen des Missouri und Nebraska, welche die zum Teil abenteuerlichen Funde liefern.

Die von verschiedenen Universitäten veranstalteten Ausgrabungen haben gewaltige Ausbeuten ergeben. Das im Auftrage des Carnegie-Museums geförderte Material war sehr reich an Resten plesiosaurischer und hohlwirbliger Krokodile aus den Haleyschiefern der oberen Bentonkreide.*) Das gesammelte Material wog über fünf Tonnen einschließlich zweier nahezu vollständiger, mit sehr guten Schädeln versehener Skelette von Plesiosauriern, eines von Trinacromerum-Typus, eines von breitköpfiger, kurzhalsiger Form; ferner 25 andere Plesiosaurier, von denen die meisten Skeletteile erhalten waren, mehrere Arten hohlknochiger, amphicöler Krokodile, eines davon ein fast vollständiges Skelett mit Schädel. Sodann fand man eine Anzahl sehr schöner Schildkröten mit gut verknöcherten Rücken- und Brustschildern, vielleicht dem Toxochelys verwandt und zweifellos wissenschaftlich neu.

*) Science, 30. Nov. 1906.

Geradezu fabelhaft klingt, was eine französische Zeitschrift*) über den Fund einer Riesen-eidechse aus Wyoming berichtet. Das Skelett dieses Wesens von Sauriertypus soll ungefähr 96 Meter Länge messen und ist so wohlerhalten, daß alle Knochen vor der Veränderung ihrer Lage von der Versteinerung ergriffen zu sein scheinen. Ein abgelöster Wirbel soll 450 Kilogramm wiegen — natürlich infolge der Versteinerung; aber dennoch läßt dieses Gewicht einen Schluß auf die Größe zu. Welche Verwüstungen muß ein Ungeheuer dieser Art unter seinen Zeitgenossen angerichtet haben. Das in die Flanke eines Hügels eingebettete, noch nicht völlig vom Gestein abgelöste Skelett wird eine Zierde des Museums der Universität von Wyoming bilden, die schon jetzt die schönste bekannte Fossiliensammlung besitzt. Ferner wird aus New York**) berichtet:



In Tiefe von 8 m ausgegrabener Mastodonschädel.

Die drei großen Expeditionen, die das Naturgeschichtliche Museum von New York im Jahre 1906 aussandte, um nach fossilen Resten der Tiergiganten der Kreidezeit zu forschen, haben eine Fülle von interessanten Funden ans Tageslicht gefördert. Die Ausgrabungen in Wyoming und

*) Cosmos 1907, Nr. 1185.
**) Deutsche Rundschau für Geogr. u. Statist., 29. Jahrg., Heft 5 (1907).

Montana geben in zahlreichen Knochenfunden ein deutliches Bild von der seltsamen, riesenhaften Tierwelt, die vor Jahrmillionen unsere Erde bevölkerte. Es wurden u. a. die vollständigen Skelette eines Claosaurus und eines Coryphodons gefunden, vorweltlicher Riesentiere völlig verschiedener Art. Der Claosaurus gleicht einer riesigen Eidechse, deren Kopf in einen gewaltigen, dem der Ente ähnlichen Schnabel ausläuft. Er bewegte sich auf den Hinterbeinen, indem die armartigen, schwächer entwickelten Vorderbeine nur dazu dienten, von nicht auf hoher Stufe gestanden haben. Die unter Walter Grangers Leitung stehende Expedition, die das Skelett des Coryphodons fand, grub in Wyoming noch eine Reihe anderer Skelette aus, darunter das eines ähnlichen, nur kleineren Tieres, des Titanotheriums. Eine der drei Expeditionen besuchte das Becken eines vorgeschichtlichen Sees in Süd-Dakota, wo sie das vollständige Skelett eines Merycochoerus oder Antilopenschweines, eines merkwürdig gestalteten Tieres der Miozänperiode, auffand. Die Untersuchung der meisten Skelette, die



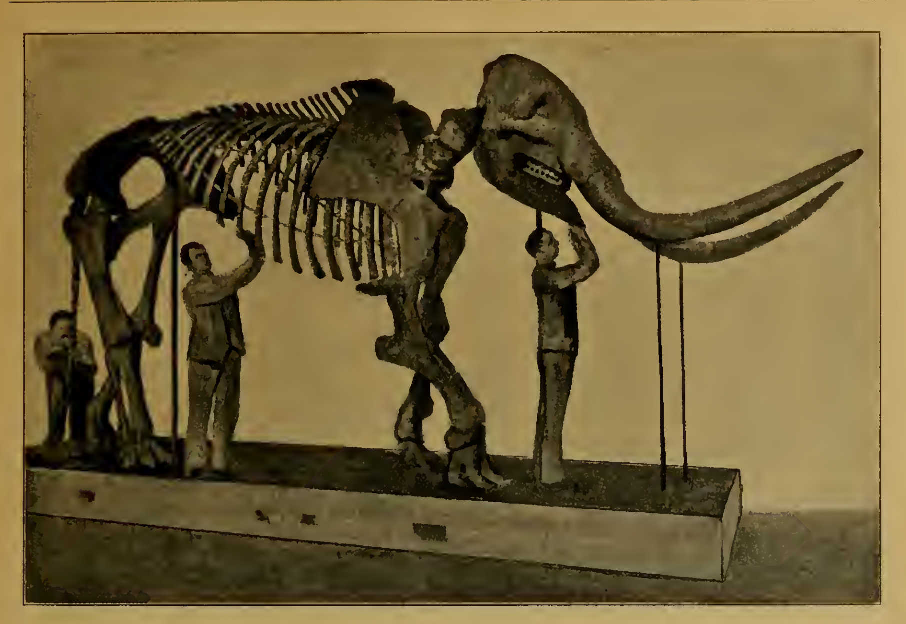
Rekonstruktion des Diplodocus im Carnegie-Museum zu Pittsburg, V. St.

den Bäumen das Futter herabzureißen. Nach Annahme der amerikanischen Gelehrten gehörte dieser Saurier, der vor etwa drei Millionen Jahren die Fluß- und Seeufer belebte, der ersten Kreidezeit an. Eine Million Jahre später ist er verschwunden, und nur die Gebeine geben einen Einblick in sein Dasein und seine Lebensweise.

Ganz anderer Art war das Coryphodon. Es gehörte zur Gattung der sogenannten Schreckhörner oder Dinoceraten, Tieren, die zum mindesten Elefantengröße erreichten, in den meisten Fällen dieses Maß aber weit überschritten. Das Tier zeigt hinsichtlich des Rumpfbaues manche Ähnlichkeit mit dem Elefanten. Aus seinem wunderlich kastenartigen langen Kopfe ragen aber sechs Hörner: zwei am Vorderschädel, gerade über dem riesigen Nacken, zwei weiter vorn über den Augen und zwei am äußersten Schädelrande, über den Nüstern. Vom Oberkiefer senkt sich, den Unterkiefer überragend, ein Paar riesiger Stoßzähne, eine furchtbare Verteidigungs- und Angriffswaffe. Augen und Ohren waren klein. Da auch der Gehirnraum auffällig klein ist, kann die Intelligenz dieser Riesen eine große Zahl ausgestorbener Arten der Urzeit repräsentieren, steht noch bevor.

Ein Riese des damaligen Eidechsengeschlechtes war der schon im IV. Jahrbuche (S. 138) erwähnte Diplodocus, dessen Skelett wir hier abgebildet sehen. Es ähnelt dem dort (S. 142) abgebildeten Brontosaurierskelett auffallend, übertrifft es aber an Länge des Hals- und Schwanzskeletts. Er mißt 25 bis 30 Meter in der Länge bei 4 bis 5 Meter Höhe, repräsentiert also nicht nur unter den Schrecktieren oder Dinosauriern, sondern unter allen jemals auf der Erde vorhanden gewesenen Landtieren das größte — abgesehen von der oben erwähnten 96 Meter langen Rieseneidechse, die vielleicht zum Geschlechte der „Seeschlangen" gehört. Über die Lebensweise des Diplodocus gehen die Ansichten auseinander, wahrscheinlich brachte er, ähnlich wie das afrikanische Flußpferd, den größten Teil der Zeit im Wasser zu.

Die Dinosaurier müssen während der Kreidezeit die Herren des Erdballes gewesen sein. Prof. Dr. E. Fraas hat auf seiner unlängst beendeten Afrikareise ihrer eine ganze Anzahl in Ost-



Skelett eines Riesenmastodons.

afrika, an der Saurierlagerstätte von Tendaguru bei Lindi, entdeckt, wie die „Deutsche Kolonialzeitung" berichtete. Die Formationen um den Tendaguru gehören der unteren Kreide (Neokom) an und bestehen im Liegenden aus im Meere abgesetzten Kalksandsteinen, darüber kommen bunte Sandsteine, Mergel und sandige Süßwassertone. Im unteren Teile dieser Schichten finden sich zahlreiche Knochenüberreste gewaltiger Dinosaurier. Ohne genaue Einzeluntersuchung und Vergleichung läßt sich nur so viel sagen, daß es sich um große, saurierfüßige, pflanzenfressende Arten handelt. Die Dimensionen der Knochen sind sehr groß, es zeigten sich Schenkelbeine von 1·40 Meter Länge; die Höhe des ganzen Hinterfußes darf auf 3 Meter geschätzt werden, und wenn wir die Körperform des amerikanischen Diplodocus oder Brontosaurus zu Grunde legen, so dürfen wir auf eine Körperlänge der Tiere von 15 bis 18 Metern schließen. Dieser Fund ist von allergrößtem Interesse, denn es sind die ersten afrikanischen Überreste dieser Arten, und ihre Untersuchung wird sowohl tiergeographisch wie entwicklungsgeschichtlich wichtige Resultate liefern. Leider ist der Erhaltungszustand kein besonders erfreulicher, denn die meisten Knochen sind oberflächlich verwittert, zerfallen und durch den Regen verschwemmt. Hoffentlich werden durch größere systematische Ausgrabungen bessere und zusammenhängende Stücke, vielleicht ganze Skelette bloßgelegt.

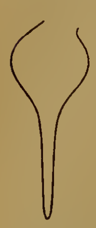
Aus dem Tertiär Südasiens stammen die Reste, welche die von Frau Selenka geleitete Forschungsexpedition in Java bloßgelegt hat. Außer zahlreichen anderen Fossilien wurde eine große Anzahl Skeletteile eines riesigen Stegodons, darunter Ober- und Unterkiefer, Zähne, Rippen, Wirbel, Schenkelknochen u. a. zu Tage gefördert. Das Stegodon gehörte zum Geschlechte der Mastodonten, es ist ein Tier der Tertiärzeit, das auch in den nordindischen Gebirgen gefunden ist. Man betrachtet es, namentlich wegen der Form der Zähne, als eine Übergangsform vom Mastodon zum Elefanten. Auch Dubois, der Entdecker des Pithekanthropos, ist bei seinen Ausgrabungen im Innern Javas auf Reste von Urahnen des Elefanten gestoßen.

Der einzige Diluvialsäuger, der uns buchstäblich mit Haut und Haaren, ja mit Fleisch und Eingeweiden hinterlassen ist, gehört auch zur Verwandtschaft der Elefanten und ist kürzlich zum Gegenstand einer sonderbaren Entdeckung geworden. A. Brandt hat festgestellt, daß das Mammut eine sonderbare, nur als Kälteschutz, man könnte auch sagen Kälteschurz, zu deutende Anpassung besaß, eine Afterklappe,*) die von dem verbreiterten Teile des Schwanzes gebildet wurde. Der Schwanzwurzel zunächst ist der Schwanz unterseits mit weicher, leicht verschiebbarer Haut bekleidet und mit Fett derartig gepolstert, daß er in seiner Gestaltung dem Hinterteile sich genau anschmiegte und eine Wärmeklappe für den 28 Zentimeter breiten After bildet, der in Ergänzung zu einer dichten Körperbehaarung durch diese ungewöhnliche Vorrichtung geschützt wurde. Aus dem Bedürfnisse, in dem kalten Eiszeitklima die Wärmeausstrahlung zu vermindern, dürften auch die Kürze des Schwanzes und die Kleinheit der

*) Biol. Zentralbl., Bd. 27 (1907), S. 301.

Hängeohren zu erklären sein. Von großem Interesse ist aber der Nachweis, daß diese Form des Schwanzes auf der Elfenbeinplatte, die in der Grotte La Madeleine (Dordogne) gefunden ist und eine eingegrabene Mammutfigur trägt, ziemlich richtig wiedergegeben ist. Jeder vorhandene Zweifel an der Echtheit dieses paläolitischen Kunstwerkes wird durch den Nachweis der Afterklappe auf der Zeichnung widerlegt; denn diese kannte bei Entdeckung der Platte noch niemand.

Ganze Tierfamilien der Vorzeit hat der Daseinskampf verschlungen. So liegt in der Schlange Archaeophis, die W. Janensch*) nach Funden aus den eozänen Kalken des Monte Bolca bei Verona beschreibt, ein Schlangentypus vor, der allen bekannten lebenden wie fossilen Schlangen so gänzlich fremd gegenübersteht, daß man eine neue Familie darauf gründen kann.


Mammutschwanz.

Das in zwei Formen, von der die eine vielleicht nur die Jugendform der anderen ist, gefundene Reptil zeigt einen typischen Schlangenschädel, aber eine völlig abweichende Form der Zähne, die fünf scharfe Kanten aufweisen. Erstaunlich ist die Zahl der Wirbel, etwa 565, von denen 111 auf den Schwanz kommen. Die Rippen sind sehr lang, dünn, wenig gekrümmt und stark nach hinten gerichtet. Gliedmaßen sind nicht vorhanden, nicht einmal Schulter- und Beckengürtel. Der Rumpf war seitlich stark zusammengepreßt, eine Zone des Bauches war von den Rippen nicht mehr gestützt.

Diese Schlange lebte allem Anscheine nach im Wasser, denn Form und Beschaffenheit der Rippen sowie der Querschnitt des Rumpfes sprechen dagegen, daß Archaeophis eine Land- oder Baumschlange war. Nach der Ansicht Janenschs, die von der bisher geltenden abweicht, haben die Schlangen sich aus unbekannten, landbewohnenden, dem Wasserleben nicht angepaßten Eidechsen entwickelt.

Artwandlung und Anpassung im Tierreich.

Es sind in den vorhergehenden Jahrbüchern mehrfach Beispiele angeführt, die darauf hinzudeuten scheinen, daß die Variabilität oder Fähigkeit zur Artwandlung auch bei den höchsten Tierklassen noch keineswegs erloschen ist. Eine Reihe dahin gehörender, sehr interessanter Beispiele von höheren Wirbeltieren führt B. M. Shitkow teils auf Grund eigener Beobachtung, teils nach anderen Forschern an.**)

Bekanntlich beherbergen unsere Wohnungen drei Arten von Nagetieren, die Hausratte, die Hausmaus und die Wanderratte, welch letztere allerdings die schwächere Hausratte in Europa großenteils verdrängt hat. Außer ihnen existiert noch eine von St. Hilaire während Napoleons I. Expedition in Ägypten daselbst entdeckte Art, Mus alexandrinus. Nun entdeckten sowohl Shitkow wie auch andere Forscher vor ihm unter typischen Exemplaren der einfarbigen Hausratte Tiere, die sich von ihnen durch Zweifarbigkeit unterschieden, indem sie auf dem Rücken gräulich-braun und gelblich-weiß, auf der Bauchseite fast weiß waren. Anfangs geneigt, diese farbigen Ratten für europäische Vertreter der ägyptischen Art zu halten, überzeugte man sich schließlich davon, daß die Hausratte und Mus alexandrinus nur zwei Farbenformen einer und derselben Art seien; nicht nur kommen gelegentlich beide in einem Wurfe vor, sie liefern auch, miteinander gepaart, Junge sowohl der einen wie der anderen Farbenart und solche, die nach ihrer Färbung einen Übergang zwischen beiden Typen bilden.

So stellte schon A. de l'Isle vor mehr als 40 Jahren auf Grund biologischer Beobachtungen und Versuche fest, daß die ägyptische Ratte (Mus alex.) als Grundform anzusehen sei, die an den meisten Orten durch die von ihr abstammende dunkle Varietät (Mus rattus oder Hausratte) ersetzt wurde. Er lenkte ferner die Aufmerksamkeit auf den Umstand, daß alle in Freiheit lebenden, außerhalb der menschlichen Behausungen bleibenden europäischen Arten des Genus Mus zweifarbig (oben braun, unten weiß) gezeichnet sind (Wald-, Acker- oder Brand- und Zwergmaus). Als Ausnahmen erscheinen zwei Arten, die sich dem Leben innerhalb der menschlichen Behausungen anpaßten, die Hausratte und die Hausmaus; infolge der Versetzung in andere Lebensbedingungen wurden hier die zweifarbigen Formen allmählich von der dunklen Varietät ersetzt, die, anfangs eine zufällige Ausnahme, jetzt zur Hauptrasse wurde. Bei der ägyptischen Ratte geht dieser Prozeß seinem Ende entgegen, bei der Hausmaus ist er beendet. Die noch nicht lange in Europa weilende Wanderratte wird wahrscheinlich dieselbe Wandlung durchmachen und aus einer zweifarbigen zu einer einfarbig dunklen Form werden. Wurden doch im Berliner Zoologischen Garten eine große Zahl schwarzer einfarbiger Wanderratten gefangen, ebenso im Pariser Jardin des Plantes, und auch in Südamerika hat man die schwarze Varietät der großen Wandrerin gefunden.

Wenn nun auch der Übergang vom Aufenthalte im Freien zur Lebensweise in Gebäuden ein Grund für diese auffallende Umwandlung sein mag, so ist er doch sicher nicht der einzige, vielleicht nicht einmal der vorwiegende. Denn der größte Teil der russischen und sibirischen Feldmäuse ist einfarbig, und die Feldmaus Arvicola arvalis, deren russische Exemplare eine einfarbige, dunkelbraune, aschfarbene Zeichnung aufweisen, wird in Deutschland durch die zweifarbige Arvicola campestris vertreten, die nach Shitkow dieselbe, nur anders gefärbte Art ist, so daß beide zu einander in demselben Verhältnis stehen wie die Hausratte zur zweifarbigen ägyptischen Form.

Außer den bisher angeführten bieten noch ganze Reihen von Wirbeltieren, die unter ganz anderen Bedingungen leben, das Bild der allmählichen Anhäufung dunkel gefärbter Varietäten, die bei einigen Arten als Abarten erscheinen, selten vorkommen und in der Masse der typischen, heller oder zweifarbig gefärbten Formen verschwinden, bei anderen Arten

*) Beiträge zur Paläont. u. Geol. Österr.-Ung., Bd. 19, S. 1.

**) Zoolog. Jahrbücher, Bd. 25 (1907), Heft 2.

dagegen eine vorherrschende Bedeutung erlangen, indem sie allmählich die heller gefärbten Varietäten ablösen, bis zu völligem Verschwinden der letzteren.

So finden wir, um erst einige Beispiele für das erstgenannte Verhalten anzuführen, neben der typischen Form des Eichhörnchens das europäische dunklere Gebirgseichhörnchen und die schwarze Varietät Ostsibiriens. In Sibirien werden auch am häufigsten schwarzbraune und schwarze Füchse gefunden. In der Familie der Katzen ist der schwarze Panther nichts anderes als eine ziemlich gemeine, zuweilen von typischen, gefleckten Eltern abstammende dunkle Varietät des gefleckten Leopards. Die entsprechende dunkle Abart des amerikanischen Jaguars wird unvergleichlich seltener getroffen. Zwei Arten Raubmöven, die fast ausschließlich im arktischen Gebiete nisten, Stercorarius pomatorhinus und crepidatus, sind jede durch zwei sich kreuzende Formen repräsentiert: eine dunkle einfarbige und eine hellere mit weißem Bauche. Die Kreuzotter wird zuweilen als einfarbig schwarze Varietät, ohne bemerkbare Streifen auf dem Rücken gefunden, als sogenannte Höllennatter.

Bei einigen Arten können wir eine Kette von Übergängen verfolgen, die die dunkle und helle Varietät miteinander verbinden. Häufiger aber finden sich zwei nebeneinander bestehende Varietäten, die scharf durch die Färbung getrennt sind und nicht durch Übergänge verbunden werden, wobei der Zahl nach bald die eine, bald die andere der Formen überwiegt. Meistens läßt sich mit einem großen Grade von Wahrscheinlichkeit die hellere und zugleich zweifarbige Form mit dunkler gefärbtem Rücken und hellerer Bauchseite als die ursprüngliche oder Stammform ansehen, die einfarbige dunkle Varietät aber für eine Form, die später entstanden ist, und die ursprünglich hellere in einem gewissen Gebiete bisweilen schon ganz ersetzt hat.

Das Auftreten solcher dunklen Varietäten erscheint dem Forscher in zweifacher Hinsicht interessant. Warum treten solche Formen bei einander nahestehenden, aber unter ganz verschiedenen Bedingungen lebenden Tierarten auf, wie z. B. bei der in menschlichen Behausungen lebenden Hausratte, den in Freiheit in waldlosen Gegenden vorkommenden Feldmäusen und der reinen Waldform des Eichhörnchens? Zweitens scheint ein direkter klimatischer Einfluß, möglicherweise auch der Einfluß der Beleuchtung allein auf das Zustandekommen der dunklen Varietäten zu wirken, da ihre Verbreitung in den meisten Fällen durch Gebirgsgebiete oder Festlandsklima begrenzt wird. Merkwürdig ist auch der Umstand, daß die dunklen und hellen Farbenvarietäten, die eine durch keine Übergänge verbundene Art bilden, zuweilen sehr konstant (artbeständig) sind und bei Kreuzungen keine oder fast keine Zwischenformen liefern. Das zeigen die Versuche de l'Isles mit dunklen und zweifarbigen Ratten, ferner die oben erwähnten Raubmöven; die Individuen der hellen und dunklen Varietät bei diesen Vögeln kreuzen sich ohne Unterschied überall da, wo sie zusammen vorkommen, und derartige nistende Paare kann man sehr oft beobachten; aber die von solchen Paaren abstammenden Jungen gleichen nur einem ihrer Eltern.

Sehr interessant ist in vielen Beziehungen die schwarze Varietät des Hamsters, die schon Pallas im Wolgagebiete vorfand (1778) und von der er in einem und demselben Wurfe schwarze und typisch gefärbte Junge zu sehen bekam. Damals waren schwarze Hamster in der Umgegend von Simbirsk sehr gewöhnlich, wo sie jetzt seltener zu finden sind; desto gemeiner sind sie in manchen Teilen des Gouvernements Kasan, wo es wieder keine typisch gefärbten Hamster gibt. Sie sind vorherrschend im Gebiete lehmigen Bodens, das von inselartigen Eichen- und Mischwäldern und von Nadelholz eingenommen ist. In den gleichen Bezirken treten nicht selten auch andere Arten in dunkel gefärbten Formen auf. Schwarze Hasen sind nicht selten, schwarze Füchse und Wölfe werden ebenfalls im nördlichen Teile des Kasaner Gouvernements getroffen.

Die schwarze Hamstervarietät ist besonders deshalb interessant, weil sie ein ungeteiltes bestimmtes geographisches Gebiet innehat, nämlich den Teil des Gouvernements, der zwischen Wolga und Kama eingeschlossen ist. Natürlich hat dieser Umstand zur strengeren Absonderung und Ausbildung dieser Varietät beigetragen, da die Hamster die großen Flüsse nicht überschreiten können und im Winter, wenn die Eisbrücke hält, im Winterschlafe liegen.

Hätte nicht Pallas schwarze und rote Hamster in ein- und demselben Wurfe gefunden, so würden viele Zoologen den schwarzen Getreidedieb wahrscheinlich für eine besondere Art erklären, und bei gutem Willen würde es nicht schwer fallen, neben der Farbe auch im Baue seines Schädels oder Skeletts gewisse, wenn auch nur unbedeutende Besonderheiten zu finden. Und mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit kann man auch die Bildung solcher Abarten, wie Cricetus frumentarius niger, als den Anfang zur Entstehung einer neuen Art ansehen.

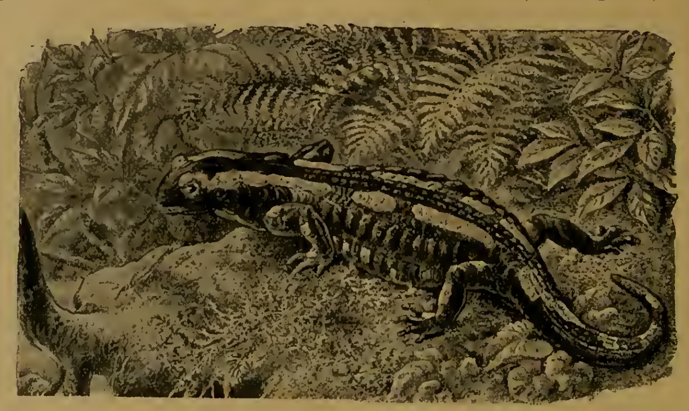
Wie schwarze, so können auch weiße Farbenvarietäten auftreten, die man in vielen Fällen für krankhafte Bildungen, „Albinos", erklärt, in anderen als echte Arten ansieht. Shitkow betont, daß es zuweilen sehr schwer fällt, eine Grenze zwischen solchen Albinos, den weißen Rassen der Haustiere und polaren Arten wilder Tiere zu ziehen. So ist es z. B. ganz unklar, warum die weiße Farbe des Polarfuchses, der in einigen Gebieten des Nordens auch mit einer anderen dunklen Zeichnung getroffen wird, als Artmerkmal angesehen werden soll, während die weiße Farbe der sehr selten im nördlichen Rußland vorkommenden weißen Varietät des gemeinen Fuchses als Ergebnis des Albinismus gilt.

Das plötzliche Auftreten neuer Merkmale, die oft sehr konstant sind, beschränkt sich nicht nur auf die Farbe, sondern betrifft häufig auch die plastischen Merkmale. Überzählige Zehen, bei Mäusen und wilden Vögeln anscheinend selten, so daß man sie hier als Mißbildungen bezeichnen könnte, sind anderseits bei einigen Rassen von Haushühnern eine gewöhnliche Erscheinung. Bei zweien, den Dorking und Houdan, ist die Fünfzehigkeit sogar zu einem ständigen, diese Rassen kennzeichnenden Merkmal geworden. Einen Fall von Vererbung der Sechszehigkeit bei Hunden beobachtete Shitkow

selbst. Von zwei Bracken, einem typisch bunten englischen Rüden und einer polnischen Hündin, hatte letztere an beiden Hinterfüßen je sechs Zehen, indem die große Zehe hier verdoppelt war. Von diesen Hunden wurde 1904 ein Wurf erhalten, von dessen fünf Jungen drei, gleich der Mutter, sechszehig waren, eines fünf- und eines vierzehig. 1905 bestand der Wurf aus neun Jungen, von denen vier sechszehig waren, zwei fünf- und drei vierzehig. Merkwürdig war dabei auch die Verteilung der ererbten Zeichnung bei den verschiedenen Geschlechtern und die Vereinigung der Farbe des Vaters mit dem Baue der Füße der Mutter bei den Hündinnen, den entgegengesetzten Merkmalen bei den männlichen Jungen.

gungen anzupassen vermögen, fand Dr. E. Babák unter Benützung des Frosches als Versuchstier.*) Schon früher hatte er festgestellt, daß sich die Verdauungsröhre der Froschlarven in hohem Maße verschiedenartiger Kost anpassen kann. Bei lebenslang durchgesetzter Fütterung mit schwer verdaulichen Pflanzeneiweißstoffen wird die verdauende Darmoberfläche der Froschlarven auffallend größer, indem sich der Darmkanal merklich verlängert. Man kann sogar durch verschiedene tierische Eiweißkörper die Gestaltbildung der Darmröhre weitgehend beeinflussen.

Neue Versuche über die Anpassungsfähigkeit der Atmungsoberfläche ergaben ähnliche Resultate. Diese Atmungsoberfläche besteht bei



Feuersalamander.

Weiterhin führt Shitkow Beispiele für die Vererbbarkeit erworbener Stummelschwänzigkeit bei Katzen und Hunden an, Fälle, die schon deshalb interessant sind, weil wir unter den Hausrassen derselben auch solche besitzen, die sich durch ihre Schwanzlosigkeit auszeichnen; anderseits gibt es wilde Katzen mit stark verkürztem Schwanze, z. B. das Geschlecht der Luchse. Unter den Hauskatzenrassen besitzen die Katzen der Insel Man keinen Schwanz und vererben diese Eigentümlichkeit auch bei Paarung mit geschwänzten gewöhnlichen Hauskatzen zum Teil auf ihre Nachkommenschaft. Im äußersten Osten, in China, Japan, Malakka, existieren ebenfalls schwanzlose Katzen, und dort wird dieses Merkmal der Organisation ebenfalls regelmäßig vererbt.

Nachdem unser Autor noch die Stummelschwänzigkeit bei gewissen Hunderassen, eine Folge der Gewohnheit ihrer Herren, ihnen ständig die Schwänze zu stutzen, und die Hornlosigkeit sowohl einzelner Rinder wie ganzer hornloser Rindviehrassen geschildert, wendet er sich den Gründen der Artwandlung zu. Ein dunkles Gebiet, auf dem zumeist mit Vermutungen operiert wird und auf dem uns auch Shitkow keine neuen Gesichtspunkte bietet.

Gute Beispiele für die Leichtigkeit, mit der sich lebenswichtige Organe verschiedenen Lebensbedin-

den im Wasser lebenden Froschlarven in den Respirationsorganen, den äußeren Kiemen, welche die Aufgabe haben, dem Wasser den zum Leben des Tieres nötigen Sauerstoff zu entnehmen. Sie haben in gewöhnlichem Bach- oder Grabenwasser eine bestimmte Größe, die sich aber nach Dr. Babáks Versuchen ändert, wenn der Sauerstoffgehalt des Wassers vermindert oder vermehrt wird.

In Wasser, durch welches ein stetiger Strom von Wasserstoff mit nur wenig Sauerstoff geleitet wird und über dem eine ebensolche Atmosphäre ruht, wachsen die äußeren Kiemen der Larven des braunen Grasfrosches weit bedeutender aus als im Wasser, das mit der gewöhnlichen Luft ventiliert wird. Dagegen entwickeln in mit Sauerstoff geschwängertem Wasser, wo also die Deckung des Sauerstoffbedarfes leicht und mühelos erfolgen kann, sich die äußeren Kiemen derselben Larven sehr unbedeutend und verkümmern merklich früher als im gewöhnlichen durchgelüfteten Wasser. Bei starkem Sauerstoffmangel behalten die Tiere ihre hochgradig entwickelten Kiemen immer bis zu einem fortgeschritteneren Stadium als im gewöhnlichen Wasser.

Die Kaulquappen des Moorfrosches, des nächsten Verwandten des Grasfrosches, besitzen im gewöhnlichen durchgelüfteten Wasser höchstens ge-

*) Zentralbl. für Physiol., Bd. 21 (1907), Nr. 4.

ringe Spuren von äußeren Kiemen. Wenn man sie aber in ausgekochtes Wasser bringt oder in Wasser hält, durch welches Wasserstoff mit wenig Sauerstoff geleitet wird, so kann man schon in einigen Stunden ganz auffälliges Wachstum der äußeren Kiemen auslösen.

Die Larven des gefleckten Salamanders erhalten bei Sauerstoffmangel rasch bedeutend größere Kiemen als in gewöhnlichem Wasser; besonders werden die Kiemenfäden auffällig länger. Die Aufrechthaltung der mächtigen Kiemenbüschel verleiht den Tieren ein eigenartiges Aussehen im Vergleiche mit den im gewöhnlichen Leitungswasser gezüchteten Larven. In mit Sauerstoff gesättigtem Wasser verkümmern die Kiemenfäden von Salamanderlarven hochgradig. Überführt man Larven aus sauerstoffarmem Wasser mit ihren großen Kiemenbüscheln in ein mit Sauerstoff beladenes Wasser, so sieht man bald die mächtige Rückbildung der Kiemen.

Diese Ergebnisse lassen keinen Zweifel daran, daß der Sauerstoffmangel in hohem Maße das Wachstum der äußeren Kiemen auslöst und so eine ausgiebige Vergrößerung der respirierenden Oberfläche hervorruft. Demgegenüber wird die respirierende Oberfläche stark verkleinert, wenn die Tiere in Wasser leben, das mit Überschuß von Sauerstoff versehen ist. Es liegt hier also ein auffälliges und sehr klares Beispiel funktioneller Anpassung vor.

Einen anderen sehr interessanten Versuch über die Anpassungsfähigkeit im Amphibienreiche hat Dr. P. Kammerer angestellt.*) Der Feuersalamander setzt zahlreiche (bis 72) kiementragende Larven, die bei der Geburt manchmal noch die Eihülle umschließt, ins Wasser ab, wo sie den Rest ihrer Entwicklung bis zur Verwandlung in den lungenatmenden Erdmolch durchmachen. Ein naher Verwandter des Feuersalamanders, entweder von ihm direkt oder von einer beiden Arten gemeinsamen Urform abstammend, ist der Alpensalamander. Er ist vivipar, d. h. er setzt lungenatmende, fertig ausgebildete Erdmolchjunge auf festem Lande ab, und zwar in der Regel nur zwei; die übrigen Eier dienen den Embryonen im Mutterleibe noch als Nahrung.

Bei Anwendung geeigneter äußerer Faktoren gelingt es, jene beiden nur stufenweise, nicht prinzipiell verschiedenen Fortpflanzungstypen ineinander überzuführen. Durch reichliche Wassergewährung und erhöhte Temperatur glückt es, den Alpensalamander zum vorzeitigen Abgeben der noch mit großen Kiemen versehenen unausgereiften Jungen und zum Absetzen derselben in ein Wasserbecken zu bewegen, wobei sich mehr Eier als die üblichen zwei zu Embryonen entwickeln und die zur Nahrung dienenden Eier an Zahl abnehmen. Anderseits gelingt es, durch Entziehung des Wasserbeckens den Feuersalamander zu veranlassen, die unentwickelten Larven so lange bei sich zu behalten, bis sie sich in die lungenatmende, landbewohnende Form verwandelt haben, wobei aber nur ein Bruchteil der vorhandenen Eier sich weiterentwickelt, während die übrigen für die bevorzugten Embryonen den Nahrungsbrei bilden, wie sonst beim Alpensalamander.

Die wichtige Frage, ob diese erworbene Eigenschaft des Spätgebärens beim Feuersalamander sich vererbe, auch wenn das nötige Wasser dargereicht werde, also unter normalen äußeren Verhältnissen, hat Dr. Kammerer durch weitere Versuche in bejahendem Sinne beantwortet. Eine Vererbung der erworbenen Eigenschaft fand statt; jedoch ist diese in experimentell aufgezwungener Veränderung der Fortpflanzung bestehende Eigenschaft bei der folgenden Generation in etwas abgeschwächtem Grade wieder aufgetreten. Denn die Spätgeborenen setzen gleich ihren Großeltern, abweichend von der Weise, wie sie selbst zur Welt kamen, kiementragende Larven ins Wasser ab; aber diese Larven sind viel weiter vorgeschritten (40 bis 49 Millimeter Länge gegen 25 Millimeter bei normalen Wasserlarven) und verwandeln sich meist sehr schnell in die lungenatmende Landform. Ob die Vererbung sich auch über die zweite Generation fortsetzt, müssen weitere Versuche ergeben.

Der Ursprung des Lebens.

Dieses geheimnisvolle Problem, dem unsere Jahrbücher seit ihrem Erscheinen fortgesetzt rege Aufmerksamkeit gewidmet haben, ruft fast jahraus jahrein neue Lösungsversuche hervor. Es ist auch jüngst wieder versucht worden, die Frage nach dem Ursprunge des Lebens auf der Erde dadurch zu beantworten, daß man die ersten Lebenskeime von anderen Weltkörpern aus auf die hinreichend abgekühlte Erde getragen sein ließ, sei es in Form von Dauerkeimen, die der Kälte des Weltraumes zu trotzen vermochten, sei es durch Vermittlung der Meteoriten. Aber dieser Ausweg bedeutet nicht eine Lösung, sondern nur eine Verschiebung des Problems. Denn es erhebt sich sofort wieder die Frage: Wie entstand denn auf anderen Weltkörpern das von dort importierte Leben? Und wenn es dort entstehen konnte, warum nicht auch hier bei uns?

Diesem „Hic Rhodus, hic salta" kommt eine Arbeit von Dr. B. Weiß, „Zum Urzeugungsproblem", entgegen.*) Der Verfasser betont, daß dem eigentlichen biologischen Problem: „Wie sind die ersten Zellen entstanden, die mit Hilfe des Sonnenlichts die organischen Verbindungen aufbauten?" ein chemisches Problem vorangehe: „Wie sind die organischen Verbindungen entstanden, aus denen sich jene ersten Zellen selbst aufgebaut haben?"

Das Leben ist an das Eiweiß gebunden, dessen Aufbau die Natur mit der Bildung der Kohlehydrate, der Kohlenwasserstoffverbindungen, beginnt. Höchstwahrscheinlich ist das immer der Weg zum Aufbau dieses Lebensträgers gewesen. Unter dieser Voraussetzung erscheinen für die eben angeführte chemische Seite des Lebensproblems gewisse Versuche von Walter Löb bedeutungsvoll. Dieser hat aus Kohlensäure und Wasser Formaldehyd gewonnen; zwar nicht mit Hilfe der Energie

*) Zentralbl. für Physiol., Jahrg. 21 (1907), S. 99.

*) Zentralblatt für Physiol., Bd. 21 (1907), Nr.

des Sonnenlichts, wie die grüne Pflanzenzelle, sondern mit Hilfe der stillen elektrischen Entladung. Daran schlossen sich weitere Vorstufen der Kohlehydrate. Nun reichten zu jener Zeit, als die kaum erstarrte Erdkruste einem einzigen rauchenden Vulkan glich, die elektrischen Spannungen völlig aus, um, wie bei Löbs Versuchen, aus Kohlensäure und Wasser Kohlehydrate entstehen zu lassen. Nach Berthelot genügt ferner eine ganz geringe Spannung, um den Stickstoff hinzutreten zu lassen, und zwar in jener Form, die nach Emil Fischer das Entstehen des Eiweißes bedingt.

Denken wir uns also im elektrischen Energiestrome auf diese Weise das erste Eiweiß gebildet, so erhebt sich die zweite, die biologische Seite des Urzeugungsproblems angehende Frage: „Wie entstanden aus dem Eiweiß die ersten und niedrigsten Lebewesen?" Nachdem die Versuche der neueren Chemie die Schwierigkeit gezeigt haben, unter den äußerst komplizierten Kohlenstoffverbindungen auch nur die einfachsten in ihre Bestandteile zu zerlegen und aus diesen wieder zusammenzusetzen, ist die Hoffnung, auf diesem Wege jemals ein wirkliches Lebewesen entstehen zu sehen, auf nichts zusammengesunken. Ist doch selbst Prof. Emil Fischer, der gegenwärtig an der Spitze dieses Forschungszweiges steht, der Ansicht, daß es kaum gelingen wird, das künstliche Eiweiß zu einer billigen und guten Volksnahrung zu machen.*) Wäre es auch gelungen, alle in den natürlichen Nahrungsmitteln enthaltenen Proteïne (Eiweißstoffe, Albumine) künstlich zu erzeugen, so könnte man doch an eine wirtschaftliche Ausnützung dieser Vorgänge nicht denken, aus dem einfachen Grunde, weil sie viel zu kostspielig sind. Selbst wenn es möglich wäre, die Vorgänge der Zusammensetzung ganz außerordentlich zu vereinfachen, so würden sie doch kaum jemals mit der billig arbeitenden Pflanze konkurrieren können. Dasselbe gilt von der künstlichen Bereitung der Kohlehydrate, die Fischer schon im Jahre 1890 glückte, die aber auch noch kein technischer Chemiker praktisch verwerten gekonnt hat.

So scheint also eine unüberbrückbare Kluft das Eiweiß von dem einzelligen Lebewesen zu trennen.

*) Sitzungsber. der Kgl. Pr. Akad. der Wissensch., 1907, IV.



Einzellige Amöbe, eine Beute beschleichend.

Hat doch das Eiweiß keine Bewegung, keine seelischen Vorgänge, keine Fortpflanzung durch Teilung und keinen Stoffwechsel. Und, abgesehen davon, kann und muß nicht jede Zelle nur wieder aus einer anderen Zelle entstehen?

Das ist für die Gegenwart sicherlich ebenso wahr und richtig, wie es nach Dr. Weiß' Ansicht falsch ist für die Vergangenheit. Wie wir annehmen müssen, daß das vielzellige Lebewesen, das heute immer wieder nur aus einem vielzelligen entsteht, ursprünglich aus dem einzelligen Lebewesen als seiner Vorstufe hervorgegangen ist, so müssen wir auch annehmen, daß das einzellige Wesen seinerseits aus einer Vorstufe hervorging, zu der es sich verhält wie das vielzellige zum einzelligen.

Bei einem Stückchen Eiweiß, sei es künstlich in der Retorte des Chemikers zusammengesetzt, sei es etwa der losgelöste Teil eines Hühnereies, kann nie von Leben die Rede sein, denn es ist kein System untergeordneter Einheiten mehr. Zwar ist auch nicht jedes System lebendig; aber jedes Lebendige ist ein System. Das Hühnerei bleibt lebendig, solange es ein System bleibt; der Augenblick, in dem es aufhört ein System zu sein, und der Moment, da es aufhört, entwicklungsfähig, lebendig zu sein, fallen zusammen.

Als Beispiel einer Anzahl ineinander geschachtelter Systeme können wir die Menschheit anführen. Sie besteht aus Völkern und Völkergruppen; das Volk aus Menschen und Menschengruppen; der Mensch aus Zellen und Zellengruppen; die Zelle aus Molekülen und Molekülgruppen; das Molekül aus Atomen und Atomgruppen. Die Moleküle, aus denen die Zelle in letzter Linie zusammengesetzt ist, sind endotherme Kohlenstoffverbindungen; an ihrer Spitze stehen die Proteïne. Ob das Eiweißmolekül ein Molekül von so ungeheurem Umfange ist, wie man gewöhnlich annimmt, oder ob es, wie E. Fischer in der angeführten Arbeit meint, ein Gemisch von verhältnismäßig einfacheren Substanzen darstellt: jedenfalls muß es als ein zentriertes System aufgefaßt werden.

Ob zwischen Eiweißmolekül und Zelle noch, wie man häufig annimmt, eine Reihe von Zwischenstufen besteht, bezweifelt Dr. Weiß angesichts der verhältnismäßigen Größe des Eiweißmoleküls einerseits und der Winzigkeit vieler einzelliger Lebewesen anderseits; aber auch angenommen, es sei noch eine Zwischenstufe vorhanden, dann wäre also das einzellige Lebewesen als Vereinheitlichung entweder jener Zwischenkörper oder unmittelbar seiner Eiweißmoleküle anzusehen und aus ihnen entstanden.

Setzen wir nun das Eiweißmolekül als letztes Ergebnis des chemischen Urzeugungsprozesses — wie das eingangs dieses Abschnittes dargestellt ist — und als mittelbare oder unmittelbare Vorstufe

der Zelle, so kommen wir zu der Frage: Wie verhält es sich beim Eiweißmolekül mit den Charaktermerkmalen des Lebens, mit der Bewegung, mit psychischen Vorgängen, Fortpflanzung durch Teilung und Stoffwechsel?

Die **Bewegung** des einzelligen Lebewesens ist nicht eine neu auftretende Erscheinung in der Entwicklungsgeschichte; denn auch die Atome und Moleküle bewegen sich selbstverständlich. Ebenso müssen wir Bewegung auch da annehmen, wo die chemischen Systeme der Moleküle zum physikalischen System zusammentreten, gleichviel wann dies stattfindet. Und an die Bewegungsvorgänge dieser aufsteigenden Reihe schließen sich dann die des ersten wirklichen Lebewesens, der Einzelzelle, ohne Sprung an.

Auch bei den **seelischen Vorgängen** des einzelligen Lebewesens ist nicht an einen Uranfang zu denken. Wie die psychischen Regungen jeder Art von den höchsten zu den niedrigsten vielzelligen Lebewesen und von diesen letzteren zu den einzelligen hinunter beständig abnehmen, so müssen wir voraussetzen, daß sich diese Abnahme auch bis zu den Molekülen und Atomen hinab fortsetzt, ohne daß die psychischen Vorgänge selbst verschwinden. Wenn Dr. **Weiß** mit den Forschungen Schopenhauers bekannt wäre, so würde er wahrscheinlich, wie dieser in seinem „Willen in der Natur" und an vielen anderen Orten, zu dem Ergebnis gelangt sein, daß selbst da, wo die Naturwissenschaft die Grenzen der Psyche sieht, noch der Ur- und Untergrund alles Seelenlebens, der bewußtlose Wille, lebt, und daß dieser es ist, der sich erst auf höheren Systemstufen, wie es die einzelne Zelle und die Zellgruppen u. s. f. sind, Gefühl, Wahrnehmung und schließlich Denken als Werkzeuge geschaffen hat.

Daß **Fortpflanzung durch Teilung** auch bei den Eiweißmolekülen nicht ausgeschlossen wäre, leuchtet ein. Wenn der Strom der elektrischen Energie fortdauert und beständig neue Abspaltungen und Assimilationen hervorruft, dann könnten zentrale Kohlenstoffkerne oder Atomgruppen beim Eiweiß eine ähnliche Rolle spielen wie der Zellkern bei der Zelle. Man nimmt als einfachste, niedrigste und daher wohl auch als stammesgeschichtlich früheste Bedingung für den Vorgang der Zellteilung an, daß der Kern eine gewisse Größe überschreitet und dadurch das Gleichgewicht der Zelle gestört wird, die nun zur Teilung schreitet. Diese Hypothese könnte auch auf das Eiweiß ausgedehnt werden.

Schließlich bleibt noch die Frage des **Stoffwechsels** übrig. Daß auch dieser schon während des Energiezuflusses in den hochmolekularen Kohlenstoffverbindungen auf dem Wege der chemischen Urzeugung stattfindet, scheint Dr. **Weiß** anzunehmen, und so wäre auch hier nichts Neuauftretendes, sondern nur eine Fortsetzung schon im Gange befindlicher Prozesse zu konstatieren.

Warum blieb es nun aber nicht bei den durch die elektrischen Spannungen bedingten chemischen Vorgängen auf der Erde, wodurch war der Übergang von der chemischen Urzeugung zum biologischen Lebensprozesse, also die eigentliche Urzeugung, bedingt? Dr. **Weiß** meint, daß dieser Übergang mit der Entstehung des Chlorophylls zusammenfalle, dieses merkwürdigen Stoffes, dessen bloße Gegenwart im Pflanzenblatte das Wunder der Assimilation des Kohlenstoffes aus der atmosphärischen Luft bewirkt. Das Blattgrün gehört nicht zu den höchst zusammengesetzten Verbindungen, entstand also wahrscheinlich ziemlich leicht und früh. In dem Moment, da eine Molekülvereinheitlichung diesen Katalysator*) besaß, war die Mühle im Energiestrome, die Maschine gegeben, die nun den Vorgang, der sie selbst hervorgebracht hatte, in sich wiederholte und sich dadurch selbst als Bleibendes im Wechsel erhielt.

Hiemit war auch der Übergang von der elektrischen Kraft zur Energie des Sonnenlichts gegeben, welch neue Energiequelle die frühere an Beständigkeit und Gleichmäßigkeit weit übertraf. Gleich dem Eiweißmolekül war auch die neu aufgetretene Zelle sowie alle ihr folgenden höheren Systeme in ihrem Bestehen durch Zufuhr von Energie bedingt. Tod und Auflösung konnten von nun an aber nicht nur durch das Aufhören des Energiestromes, sondern auch durch das Versagen der Aufnahmefähigkeit verursacht werden.

Zu einer eigenartigen Lösung der **Frage, wie das Leben entstanden** sei, gelangt Dr. Emil **König**, unseren Lesern schon aus den beiden vorhergehenden Jahrgängen bekannt, in einem jüngst erschienenen Werke.**) Es gibt auf Erden viele chemische Verbindungen, die eigentlich bei den gegenwärtig herrschenden Temperaturen nicht existenzberechtigt sind, sogenannte instabile Verbindungen. Zu ihnen gehören die meisten organischen Verbindungen, also auch der Mensch. Nur im Besitze eines besonderen Vermögens, desjenigen rhythmischer Ausdehnung und Zusammenziehung, und einer besonderen Wärme, der Eigenwärme, vermögen die Organismen sich eine Zeitlang zu erhalten. Dr. **König** wirft die Frage auf, wie die Materie in den Besitz dieser beiden Eigentümlichkeiten gelangt sein mag, und glaubt mit Beantwortung dieser auch die damit identische Frage nach der Entstehung des Lebens gelöst; denn jener Rhythmus der Zusammenziehung und Ausdehnung und die Eigenwärme sind ihm die ersten Merkmale des Lebens.

Unendliche Zeiten hindurch konnte sich die Erde zusammenziehen und dabei gleichzeitig die Wärme, das Ergebnis der sich unablässig bildenden chemischen Verbindungen, an ihre kältere gasförmige Umhüllung und weiter an den Äther abgeben. Dies konnte so lange geschehen, als ihr die gasförmige Umhüllung keinen Widerstand entgegensetzte, also so lange, als sie bezw. der sie umgebende Äther die Temperatur hatte, die ihr nach ihrer Entfernung vom Erdmittelpunkte zukam. Mit dem Zeitpunkte, da die Bestrahlung der Erde durch die

---

*) Unter einem Katalysator versteht man einen Körper, dessen Gegenwart im stande ist, einen chemischen Vorgang einzuleiten oder zu beschleunigen, während jener Körper im Verlaufe des Prozesses scheinbar unverändert bleibt. In Gegenwart des Katalysators „konzentrierte Schwefelsäure" zerfällt Alkohol in Äther und Wasser; durch die Gegenwart von Platinschwamm wird die Verbrennung von Gasgemengen herbeigeführt. Gewöhnlich wendet man den Begriff der Katalyse nur auf chemischem Gebiete an.

**) Wie ist das Leben entstanden? Stuttgart 1907.

Sonne einsetzte, die Eigenwärme der Erdoberfläche unter die Bestrahlungswärme herunterging, trat der Fall ein, daß die Erdumhüllung höher erwärmt wurde, als es in ihrer Beziehung zur übrigen Erdmasse der Fall sein konnte. Dadurch mußte auf der Erdoberfläche ein Spannungsverhältnis insofern entstehen, als die Erdrinde bei ihrer nächsten Zusammenziehung ihre Wärme nicht mehr abgeben konnte. Diese bei der chemischen Verbindung entstandene Wärme blieb also innerhalb der betreffenden Stoffe, prallte gleichsam an der Umgebung zurück und löste sofort die entstandene chemische Verbindung wieder in ihre Bestandteile auf. Nach der Trennung mußten sich diese jedoch infolge des Zusammenziehungsbestrebens der Erdrinde, also infolge ihrer „Affinität", alsbald wieder vereinigen; die Vereinigung konnte keine dauernde werden, weil die bei ihrer Verbindung „frei werdende Wärme" sie sofort wieder auflöste. Gleichzeitig wurde die Masse selbst jedesmal ausgedehnt und zusammengezogen: die bei der chemischen Vereinigung der Stoffe frei werdende Wärme dehnte sie aus; bei der chemischen Dissoziation (Zersetzung, Auflösung) wurde jedesmal Wärme gebunden, d. h. der Masse entzogen. Damit wurde diese jedesmal zusammengezogen.

So wurde also ein andauerndes rhythmisches Binden und Lösen der betreffenden Verbindung bezw. ein andauerndes rhythmisches Zusammenziehen und Ausdehnen der Gesamtmasse der neu entstandenen Verbindung auf der Erdoberfläche eingeleitet; beide Vorgänge, die chemische Bindung und die Lösung, waren sich demnach gegenseitig Ursache und Wirkung, sie steuerten einander. Eine äußerst wichtige Tatsache!

Diese besondere in den beschriebenen rhythmischen Bewegungen begriffene Masse konnte aus dem oben dargelegten Grunde ihre Wärme nicht abgeben; sie behielt sie und bekam dadurch eine besondere Wärme, die Eigenwärme. Sie zeichnete sich also gegen ihre Umgebung, gegenüber der gesamten übrigen Materie auf der Erdoberfläche aus durch den Besitz von Eigenwärme und durch ihre spezielle Tätigkeit oder Fähigkeit, ihre chemischen Bestandteile, ihre Stoffe, rhythmisch zu binden und zu lösen, wobei sie gleichzeitig die rhythmischen Bewegungen der Ausdehnung und Zusammenziehung ausführte.

So also entstand im Prinzip das Leben auf der Erde, als Produkt des Konflikts, in den die Erde bei ihrer Ausdehnung mit der Ausdehnung der Sonne geriet. In der Gesamtlebensmasse reagiert die Erde gegen die Bestrahlung durch die Sonne. Alle weiteren Leistungen des Lebens, alle „Lebensäußerungen", deren es heute so viele gibt, sind lediglich Modifikationen der ursprünglich einfachen und einzigen Tätigkeit des Lebens. Die Menge der Urlebensmasse, die eine weich-feste Konsistenz besaß, schätzt Dr. König höher als die Gesamtmasse der heutigen Lebewesen, Tiere und Pflanzen. Diese Urlebensmasse bedeckte den festen Erdboden ungefähr in derselben Weise wie heute das Wasser, das sich damals noch gasförmig in der Atmosphäre befand; und doch bestand ein gewaltiger Unterschied. Während nämlich das Wasser eine formlose Masse ist, war dies bei der Lebensmasse nicht der Fall; sie trat von vornherein als eine Summe von Gebilden auf, und zwar von einfachsten Gebilden, d. h. von Kugeln. Jede Masse nämlich, die Eigenwärme (Ausdehnungsbestreben oder Spannung) besitzt, kann, wie Dr. König bereits erwiesen hat, nur als eine Kugel bezw. als eine Summe von Kugeln auftreten.

Der Verfasser tritt der allgemein verbreiteten Auffassung entgegen, daß die Lebewesen sich aus „Urzellen" entwickelt haben, daß also auch diese Urlebensmasse als eine Summe unzähliger kleinster Gebilde, etwa solcher, die wir heute Zellen nennen, aufgetreten sei. Er verficht vielmehr, gestützt auf eine etwas abweichende Fassung des „biogenetischen Grundgesetzes", die Auffassung, daß sich die Lebewesen aus Gebilden entwickelt haben, die ihnen selbst entsprechen, nicht aber aus Zellen. Hinsichtlich der Berechtigung und Ausgestaltung dieses Gedankens, den wir hier nicht weiter verfolgen können, sei auf das vorliegende Werk selbst und auf die Ausführungen im vorigen Jahrbuche (S. 111—119) verwiesen.

Zur Frage: Was ist Leben? äußert sich in einer sehr lesenswerten Darlegung Prof. Dr. Fr. Dahl.*) Nur einige der allerelementarsten Grundlagen dessen, was wir am lebenden Organismus sehen, hat man an anorganischen Körpern zeigen können. Dem wichtigsten Vorgange bei allen Lebewesen, der Assimilation, hat man bisher noch keinen Vorgang in der anorganischen Welt an die Seite stellen können. Dennoch sind diese Forschungen nicht ohne Erfolg gewesen; sie haben uns gezeigt, daß vieles von dem, was man früher nur durch Annahme einer Lebenskraft erklären zu können glaubte, im Prinzip auch in der anorganischen Welt vorkommt.

Auf den Eigenschaften der der chemischen Forschung noch völlig unzugänglichen Eiweißkörper im lebenden Organismus mögen gewisse Fähigkeiten der lebenden Zellen beruhen, die wir bei anorganischen Körpern nicht kennen und die man sehr wohl als Lebenskraft bezeichnen mag. Man sieht also, daß in dem Ausdrucke Lebenskraft an und für sich nichts Mystisches liegt. Eine der wichtigsten Aufgaben der organischen Chemie wird es sein, die als Lebenskraft zu bezeichnenden Eigenschaften jener äußerst unbeständigen Eiweißkörper aufzudecken.

Nach dieser Auffassung wäre die Lebenskraft auf der Erde aufgetreten, als die ersten so äußerst unbeständigen Eiweißkörper entstanden. Heute können diese nicht mehr entstehen, weil erfahrungsgemäß jeder Eiweißkörper sofort von Bakterien vernichtet wird. Früher aber, als es noch keine Organismen, also auch keine Bakterien gab, konnten sie existieren. Das ist eine nach unseren Erfahrungen durchaus zulässige, ja man möchte sagen logisch notwendige Annahme.

Es ist also anzunehmen, daß es kaum je gelingen wird, einen Körper herzustellen, den wir als lebenden Organismus bezeichnen können. Wir müßten in der Retorte eine Reihe von Entwicklungs-

---

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 6. Nr. 27.

stufen nachmachen, die auf der Erde vielleicht Millionen von Jahren in Anspruch nahmen, eine Reihe, die von den ersten so unbeständigen Eiweißkörpern bis zu sehr komplizierten Zusammensetzungen führten, um einen Körper zu bekommen, der automatisch assimiliert und sich nach einer bestimmten Zeit teilt. Diese beiden Eigenschaften müßten wir an einem einfachsten Lebewesen notwendig verlangen.

Die Ausführungen von Weiß, König und Dahl lassen deutlich erkennen, wie schwer es ist, auch nur eine allgemeine Übereinstimmung über die Eigenschaften zu erzielen, die bei einem Objekt vorhanden sein müssen, damit wir es als Lebewesen erkennen und bezeichnen können. Immer wieder erhebt sich demgegenüber die Frage: Klafft denn wirklich zwischen dem Anorganischen und dem Reiche der Lebewesen die unüberbrückbare Kluft, welche dreierlei nachzuweisen: 1. Daß alle Tiere und Pflanzen, wenn auch nur unter gewissen Bedingungen, ein Wiederwachstum verloren gegangener Teile aufweisen; 2. daß die scheinbaren oder wirklichen Ausnahmen sich auf bekannte Hemmungen zurückführen lassen, und endlich 3. daß ein wesentlicher Zusammenhang zwischen den Erscheinungen dieser Regenerationen und denen der Kristalle besteht.

Die Regeneration bei Pflanzen gelingt oft nur bei Beobachtung bestimmter Bildungsregeln. Spalten wir ganz junge Blätter gewisser Gesneriaceen und Farne an der Spitze der Länge nach ein, so bildet das Farnkraut die fehlenden Hälften der beiden Endspitzen von der Spitze an neu, so daß zwei vollständige Spitzen entstehen. Die Gesneriaceen sind unfähig dazu; sie vermögen nur am



Fig. 1. Kalialaun. Fig. 2. Hirschzunge. Fig. 3. Monophyllaea. Fig. 4. Planaria.
Oben: Unverletzter Kristall, (Scolopendrium) Blatt (eine Gesneriacee), unverletzter Wurm. Unten: Doppelbildungen entstanden durch seitliche Regeneration der Wundflächen. Die gestrichelten Linien bezeichnen die Stelle und Tiefe der Verletzung.

alle diese Untersuchungen voraussetzen? Oder, wenn sie heute schon da ist, bestand sie immer? Es wird neben der Hervorhebung der Unterschiede, die die beiden Reiche trennen, auch nötig sein, das zu erforschen und zu betonen, was der sogenannten „toten" und der lebendigen Materie gemeinsam ist, wie das jüngst Dr. Hans Przibram hinsichtlich der Regenerationserscheinungen getan hat.

Die Regenerationserscheinungen.

Den Ersatz verlorener Teile als allgemeine Erscheinung in den drei Reichen der Natur nachzuweisen, ist Dr. Przibram in vielen Fällen und überraschend für den Laien gelungen.*) Daß die Regeneration bei beschädigten Kristallen, die in einer Nährlösung hängen, in verhältnismäßig kurzer Zeit den Ersatz des verlorenen Stückes herbeiführt, haben wir schon früher gesehen (s. Jahrb. III, S. 140, auch Abbild.). Auch bei Tieren und Pflanzen liegen zahlreiche Beobachtungen über den Ersatz verlorener Teile vor. Aber nicht jeder verlorene Teil kann wieder ersetzt werden, nicht jedes Tier und jede Pflanze sind zum gleichen Wiederwachstum befähigt. Um die Regeneration als allgemeine Erscheinung zu beanspruchen, ist

*) Nat. Rundsch., 21. Jahrg., Nr. 47—49. — Die Umschau, 10. Jahrg., Nr. 45.

Grunde der Schnittränder je einen Lappen neu zu bilden, so daß nur eine mangelhafte Doppelbildung entsteht. Diese Verschiedenheit des Regenerationsvermögens ist in den Verhältnissen des erstmaligen Wachstums begründet: während die Farne, die Hirschzunge z. B., an der Spitze fortwachsen, erfolgt bei den Gesneriaceen ein Nachschieben vom Grunde aus, und nur so weit erfolgt Regeneration, wie das Wachstum noch im Gange ist (s. Abb. 2 und 3).

Doppelbildungen können auch bei Kristallen durch Sprünge mit nachfolgender Ausbildung symmetrischer Kristallflächen entstehen (s. Abb. 1). Ganz so wie bei den Pflanzen werden bei einfach gebauten Tieren, z. B. Polypen und Strudelwürmern, durch Einschnitte in Richtung der Körperachse seitliche Regeneration und Doppelbildungen hervorgerufen (s. Abb. 4; die punktierten Linien zeigen die Durchtrennungen an). Im Gegensatze zu den Pflanzen jedoch, welche bei Querschnitten der Blattflächen nicht regenerieren, können bei Tieren die einfachen Regenerationen, z. B. der Köpfchen, auch durch quere Amputation erzielt werden; denn das Wachstum dieser Tiere besteht im Gegensatze zu dem der Pflanzenblätter in einer fortdauernden Umgestaltung der gesamten Gewebe, deren Wachstum nicht auf bestimmte Regionen beschränkt ist. Die Umformbarkeit dieser Tiere und einiger anderer

Tierformen, z. B. des Manteltieres Clavellina, geht so weit, daß ganz kleine Stücke, die keine erkennbaren Unterschiede der Organe mehr gestatten, wieder zu sehr verkleinerten vollständigen Exemplaren sich umbilden. Auch Bruchstücke von Kristallen, z. B. den quellbaren Kristallen des Pferdeblutfarbstoffes, selbst von starren Kristallen, vermochten in der Nährlösung nach Verletzung oder gar aus Bruchstücken die vollständige Gestalt herzustellen, ohne an Gewicht zuzunehmen.

Die fast unbegrenzte Regenerationsfähigkeit der niederen Tiere nimmt ab, sobald wir zu denjenigen übergehen, die im stammbaumartig angeordneten Tiersystem die höheren Stufen innehaben. Da tritt z. B. beim Abschneiden des Kopfes nach längerer oder kürzerer Zeit der Tod ein. Aber auch diese Tiere vermögen noch verlorene Körperanhänge neu aufrecht erhalten bleiben werden. Kristallen und Organismen ist das selbsttätige Wachstum gemeinsam, und wenn auch erstere großenteils durch Anlagerung (Apposition), letztere durch Einlagerung (Intussuszeption) sich vergrößern, so ist dies doch kein durchgreifender Unterschied; denn er ist nur davon abhängig, inwieweit die betreffenden Körper einen flüssigen Zustand aufweisen. Die quellbaren Kristalle, noch mehr die flüssigen Kristalle Lehmanns können durch Einlagerung wachsen. Der flüssige Zustand widersetzt sich zwar einerseits der Ausprägung einer starren Form, ermöglicht aber anderseits infolge der freien Verschiebbarkeit der Teilchen die Umwandlung einer geteilten Form zu einer verkleinerten ganzen. Ein Flüssigkeitstropfen, z. B. Wasser, und ebenso ein flüssiger Kristalltropfen nimmt, entzweigeschnitten,



Fig. 5. P = Azoxyphenetol. Oben: Flüssiger Kristalltropfen, Fig. 6. Alge (Cystosira barbata) Ei (punkt. die spätere erste Furche), Fig. 7. Seeigel (Strongylocentrotus lividus) kugelförmiges Ei.
Unten: Wiederherstellung der Form und der Anordnung der Teilchen in den durch Eindringen von Fremdkörpern gewaltsam geteilten Gebilden.

zubilden: die Schnecken Fühler, Augen und Schwanz; die Krebse außerdem die Scheren, Beine und Mundwerkzeuge; die Fische ihre Flossen; die Salamander Beine, Schwanz, Kiefer und einzelne Augenteile. Bei den Eidechsen sind nur noch der Schwanz und der Kiefer regenerationsfähig, aber mit Knorpel- und Bindegewebe an Stelle der Knochen. Bei den Vögeln, z. B. der Gans, können nur noch unter Umständen die Schnäbel, bei den Säugetieren nach der Geburt bloß noch Gewebslücken wieder ausgefüllt werden. Auch die Insekten nach ihrer Verwandlung weisen sehr geringes Regenerationsvermögen auf.

Wenn in manchen Fällen die erwähnten Regenerationen mißlingen, so liegt das zum Teil an der leichten Verseuchbarkeit der Wunde, an der Außerachtlassung der erforderlichen Temperatur oder an zu hohem Alter der Versuchswesen. So viel ist ganz sicher: wo das normale Wachstum aufgehört hat oder fehlt, da fehlt auch das Regenerationsvermögen.

Inwieweit ist es nun angängig, eine gemeinsame Erklärung für die Regeneration bei Kristallen und Lebewesen zu geben? Es ist klar, daß die Unterschiede zwischen Kristallen und Organismen, die namentlich in der verwickelten Stoffzusammensetzung der letzteren und dem dadurch bedingten Stoffwechsel bestehen, auch bei den Regenerationen in den Teilstücken Tropfenform an (s. Abb. 5). Auch die fast gänzlich flüssigen Eier, z. B. der Seeigel, nehmen, zerteilt, die Kugelform an, in der sie den aus verschiedenen chemischen Stoffen gebildeten Bau wiederherstellen (Fig. 7, die Pfeile deuten das Eindringen des trennenden Fremdkörpers an). Eine ähnliche Rolle spielt die Oberflächenspannung bei den einzelligen Organismen, z. B. Infusorien und Algen (Fig. 6).

Die Regeneration kann dadurch beschleunigt werden — und zwar bei Kristallen, Tieren und Pflanzen —, daß an den unverletzten Teilen Verschiebungen oder Umwandlungen stattfinden, die der verletzten Stelle Stoff zuführen, oder daß unverletzte Teile die Funktion der verletzten Stelle übernehmen, so daß diese kleiner bleibt und in ihrer Funktion durch die andere ersetzt wird. Merkwürdigerweise besteht zwischen der Möglichkeit des Verlustes und der Regenerationsgüte kein notwendiger Zusammenhang: der Weberknecht, die Schnake, das Heupferdchen ersetzen die sehr leicht verlierbaren Beine nicht, da es sich um erwachsene Formen handelt. Dagegen regenerieren Käferlarven, die, in Mulm versteckt, in der Natur wahrscheinlich niemals ihre bloß rudimentär ausgebildeten Beinchen verlieren, dieselben dennoch nach Operation.

Dr. Przibram glaubt den Beweis erbracht zu haben, daß die Regeneration eine all-

gemeine, ursprüngliche Erscheinung der wachstumsfähigen Erscheinungen aller drei Reiche darstellt, deren Beschränkungen mit den Beschränkungen des Wachstums zusammenfallen, deren Wesen in einer Beschleunigung normalen Wachstums liegt, welche sich, dem Gesetze des kleinsten Zwanges gehorchend, aus der Wieder-



Eigenbewegung eines abgetrennten Pflanzenteiles.

erreichung eines dynamischen Gleichgewichtszustandes erklärt. So erscheint die Regulation als eine „Selbststeuerung" mit den die Natur auszeichnenden einfachsten Mitteln.

Einem zusammenfassenden Berichte über Regenerationserscheinungen bei Pflanzen von Werner Magnus*) entnehmen wir, daß man diese Vorgänge im Pflanzenreiche in zwei große Gruppen gliedern kann. Einmal findet nach Entfernung eines Teilstückes die Wiederherstellung eines Organs als solches statt (Regeneration im engeren Sinne oder Restitution). Zweitens führen die Regenerationserscheinungen den Ersatz eines verloren gegangenen Organs als Ganzes herbei, mag der Ersatz nun von der Wundfläche selbst oder an einer anderen Stelle stattfinden.

Der Ersatz von Organteilen ist lange ganz verborgen geblieben. Wie er bei Blättern verschieden stattfindet, je nachdem es sich um Kryptogamen (Farnblätter) oder Phanerogamen (Gesneriaceen) handelt, haben wir bei Przibram gehört. Zum Erkennen der Einzelheiten des Vorganges erweisen sich die Wurzelspitzen als sehr geeignet. Es lassen sich da ziemlich scharf zwei Fälle der Erneuerung unterscheiden, je nachdem ein geringerer oder größerer Teil der Wurzelspitze entfernt wird. Wird die Spitze nicht sehr weit über dem Vegetations- oder Wachstumspunkte abgeschnitten, so wölbt sich etwa im Laufe des zweiten Tages die Wundfläche in der Mitte stark hervor, und es entsteht durch Wachstum der umgebenden Nachbarzellen eine provisorische Wurzelhaube, in der auch sehr bald die für die normale Wurzelhaube charakteristischen, leicht beweglichen Stärkekörner auftreten, die als typische, den Schwerkraftreiz wahrnehmende Sinnesorgane anzusehen sind. Nun machen sich alle Gewebspartien an den Ersatz der verloren gegangenen Teile, und bald ist, nachdem noch die Zellen der bis dahin schützenden provisorischen Wurzelhaube langsam abgestoßen

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 5, Nr. 40.

sind, die Wurzel völlig wiederhergestellt. Dagegen beteiligen sich bei etwas höherem Abtragen der Wurzelspitze nur noch einzelne Elemente der Gewebeteile an der Regeneration, vor allem, wie auch im ersten Falle, das Perikambium, von dem ja auch normalerweise die Neubildungen der Nebenwurzeln ausgehen.

Ferner ist, wie das ähnlich auch bei tierischen Organen, für Reptilienschwänze usw. nachgewiesen wurde, nicht die Entfernung der Wurzelspitze nötig; es genügt schon die Anbringung von Wunden, hauptsächlich Schrägwunden, in der Nähe der Spitze, um die Bildung neuer Wurzelspitzen hervorzurufen. Während bei diesen Regenerationen verletzter Teile es von Wichtigkeit zu sein scheint, daß an der verletzten Stelle noch Gewebe von recht jugendlicher (embryonaler) Beschaffenheit vorhanden ist, wenn die Erneuerung zu stande kommen soll, scheint dies bei den Neubildungen ganzer Organe an Stelle und als Ersatz weggenommener sich anders zu verhalten.

Hier kann es vorkommen, daß typische, inhaltsarme Oberhautzellen (Epidermiszellen) sich von neuem mit Plasma füllen und durch dann einsetzende Kern- und Zellteilungen in typisch embryo-



Seltsames Pflanzengebilde. (Eine Mohrrübe in Form einer Puppe.)

nales Gewebe übergehen, aus dem dann die Bildung des neuen Organs geschieht. Als Beispiel kann die Adventivknospenbildung der Blattstecklinge, z. B. bei Begonia, dienen. Das ist dann allerdings keine eigentliche Regeneration, Ersatz verlorener Teile im Sinne Przibrams, mehr. Dieser

betont selbst, daß bei den Pflanzen eigentliche Regeneration, die ein Nachwachsen gerade des entfernten Teiles liefern soll, bisher nur selten nachgewiesen worden ist, ausgenommen bei niedrigen Formen, z. B. Algen und Pilzen, oder den Wurzelspitzen des Mais und der Bohne. Die meisten anderen gewöhnlich angeführten Pflanzenregenerationen sind sogenannte Adventivbildungen, d. h. es wird nach irgend einem Eingriffe mit der Bildung aller möglichen Pflanzenteile, nicht bloß der abgeschnittenen, erwidert, so daß ganze kleine Pflänzchen an den Wundrändern oder auch an nicht verletzten Stellen zum Vorschein kommen.

Im Anschlusse an die Regenerationserscheinungen sei hier noch ein hübscher, von E. Döring in Sonderhausen berichteter Fall von Eigenbewegung abgetrennter Pflanzenteile mitgeteilt.*) Während der Regenperiode des Mai 1906 wurde im botanischen Schulgarten der Rasen an den Kanten der Beete gekürzt, wobei Sämlinge der Staudenaster, die sich zwischen dem Rasen angesiedelt hatten, der Sichel zum Opfer fielen. Eine Anzahl dieser etwa 10 Zentimeter langen Sämlinge war auf dem Beete liegen geblieben und kam den Tag über auf der nassen Erde und bei den fortwährenden starken Regengüssen nicht gleich in die Gefahr des Vertrocknens. Am anderen Morgen waren die Stücke U-förmig gekrümmt und ohne menschliche Beihilfe mit den Schenkeln nach oben gerichtet. Die Blätter am unteren Ende hatten sich auf die Erde gestützt und hielten den Bogen aufrecht. Damit war erreicht, daß ein Blatt mit seiner Ursprungsstelle (Knoten) unmittelbar auf die Erde gedrückt wurde, so daß eventuell hier eine Bewurzelung erfolgen konnte (s. Abb. S. 125).

*) Naturw. Wochenschrift, Bd. 5, Nr. 41.

Um sicher zu gehen, versuchte Döring die Erscheinung nochmals hervorzurufen, was in einem Fensterbeete unter Schatten auf durchnäßtem Boden vollständig gelang. Sämtliche Spitzen richteten sich nach etwa 12 Stunden auf, die dünneren vollständig wie auf dem Beete, die dickeren und längeren nur in einem flachen Bogen, und zwar das untere Ende bis zur Mitte zuerst, so daß zunächst die Stütze geschaffen wurde, die Spitze später. Zu einer Bewurzelung kam es nicht, da plötzlich eintretende Hitze die Spitzen nach einigen Tagen zum Welken brachte.

Stummes Leben.

(Botanik.)

Ameisenfreundschaft und Pflanzenschutz. * Blütenstudien * Im Daseinskampfe.

Ameisenfreundschaft und Pflanzenschutz.

Wie wichtig es in der Naturwissenschaft ist, daß dieselben Stoffe immer wieder aufs neue erörtert und alte, liebgewordene Anschauungen an der Hand neuer Tatsachen der Revision unterzogen werden, damit sich keine Dogmen und Legenden bilden, zeigt das obige Thema, über das die Akten schon geschlossen erschienen. Nachdem aber zwei Forscher die Untersuchung wieder aufgenommen haben, zeigt sich plötzlich ein von dem bisher angenommenen durchaus abweichendes, ihm fast durchweg widersprechendes Resultat.

E. Schwendt hat für eine Arbeit „Zur Kenntnis der extrafloralen Nektarien", diese außerhalb der Blüten gelegenen, Nektar ausscheidenden Organe bei einer großen Anzahl von Pflanzenarten aus zahlreichen Familien anatomisch und entwicklungsgeschichtlich untersucht.*) Er kommt zum Schlusse seiner Untersuchung auch auf die Bedeutung der extrafloralen Nektarien und führt zunächst einige der vielen, oft sehr merkwürdigen bisherigen Erklärungen an.

Belt und Delpino halten diese honigausscheidenden Stellen oder Organe für Anpassungen an Ameisen, die als Gegendienst den Pflanzen einen Schutz gegen Feinde gewähren sollen. Kerner erblickt in ihnen Schutzeinrichtungen, die den Zweck haben, Ameisen von dem Besuche der Blüten fernzuhalten. Schimper, der die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika studierte, kommt zu dem Schlusse, daß in den weitaus meisten Fällen in der amerikanischen Flora die extrafloralen Nektarien Lockmittel für Ameisen darstellen. Im allgemeinen scheinen heute die meisten Forscher der Belt-Delpinoschen Auffassung zu sein, daß nämlich diese Nektarien spezielle Anpassungen an Schutzameisen seien.

*) Beihefte zum Bot. Zentralblatt, Bd. 22 (1907), 1. Abt., Heft 3.

Schwendt teilt diese Auffassung nicht. Er findet es zum mindesten voreilig, von vornherein alle Pflanzen, die Nektarien außerhalb der Blüten besitzen, für ameisenfreundlich (myrmekophil) zu erklären. Zunächst wäre doch festzustellen, ob diese Nektarien überhaupt von Ameisen besucht werden — und dies ist bis jetzt nur für wenige Fälle direkt beobachtet — und dann müßte man prüfen, ob diese Ameisen der betreffenden Pflanze einen wirksamen Schutz gegen irgend welche Feinde gewähren. Ist beides bewiesen, so dürfen wir von einem symbiotischen Verhältnis, einer Art Lebensgemeinschaft, zwischen Pflanze und Ameise reden, haben aber immer noch keine Berechtigung, die extrafloralen Nektarien bei allen Pflanzen als nur für die Ameisen entstanden, nur zu deren Anlockung dienend anzusehen.

Schwendt ist im Gegensatze zu anderen also der Meinung, daß die Beziehung, die gegenwärtig

manche extraflorale Nektarien zu den Ameisen zeigen, erst nachträglich herausgebildet und eine Sekundärerscheinung und indirekte Anpassung ist, daß ferner nicht alle diese Nektarien ein und demselben Zwecke dienen, sondern ungleiche Bedeutung haben.

Die ursprüngliche Bedeutung dieser Drüsen liegt bei manchen Pflanzen mit großer Wahrscheinlichkeit darin, daß sie den Saftgehalt der betreffenden Organe regulieren. Der Zucker oder andere auf den Nektarien befindliche Stoffe, wie Dextrin, Gummi, Mannit, wirken osmotisch, d. h. Flüssigkeit durch die Zellwände hindurch ansaugend. Zum Schaden der Pflanze kann das Gleichgewicht im Stoffwechsel gestört werden: einmal im Stadium der Entfaltung des Blattes, wo die kräftigste Stoffzufuhr stattfindet, die jungen Spaltöffnungen des Blattes aber die Abgabe des nötigen Wassers in Dampfform noch nicht leisten können; ein andermal, wenn der Feuchtigkeitsgehalt der Luft so groß wird, daß die Ausscheidung von Wasser durch die Spaltöffnungen aufhört. Als Ersatz der gehemmten Transpiration mögen dann manche extraflorale Nektarien regulierend wirken, indem sie ein Abströmen des überflüssigen Wassers ermöglichen.

Mag nun auch eine derartige Selbstregulierung des betreffenden Organs, die mit dem Erwachsen desselben überflüssig wird, die primäre Bedeutung mancher extrafloralen Nektarien sein, so kann dann doch in zweiter Linie infolge des ausgeschiedenen Nektars der Pflanze im Laufe der Zeit ein erheblicher Vorteil dadurch erwachsen, daß die von jeder Süßigkeit angelockten Ameisen allmählich zu einer Schutzgarde gegen verschiedene Feinde wurden. Sie trugen bisweilen wohl auch wesentlich dazu bei, daß die Nektarien sich weiter entwickelten, Saftmale bildeten usw.

Nimmt Schwendt in der Frage des Ameisenschutzes und der ihn anrufenden extrafloralen Nektarien noch eine vermittelnde Stellung ein, so wendet sich Dr. M. Nieuwenhuis*) auf Grund der Beobachtungen, die er acht Monate lang im Botanischen Garten zu Buitenzorg auf Java an etwa 100 Pflanzen mit extrafloralen Zuckerausscheidungen angestellt hat, entschieden gegen die Ameisenschutztheorie.*)

Nach Nieuwenhuis sprechen schon Struktur, Form und Stellung der extrafloralen Nektarien nicht dafür, häufig aber dagegen, daß sie als Anpassungen an Ameisenschutz entstanden sind. Verteilung und Vorkommen der Nektarien der Pflanze sind vom Standpunkte der Myrmekophilie aus häufig unzweckmäßig. Zuckerausscheidungen treten oft erst in einem späteren Lebensalter der Pflanzen auf, so daß gerade die jungen Individuen des Ameisenschutzes entbehren müssen. Meistens scheidet die Pflanze nur an sehr jungen Organen Zucker aus — dies würde für Schwendts Annahme der Saftregelung sprechen — und es hört die Zuckerausscheidung bereits in einer Zeit auf, wo die betreffenden Pflanzen eines Schutzes noch sehr bedürftig sind. Ferner sondern die Nektarien einiger Pflanzen, selbst wenn sie sich an ihrem natürlichen Standorte befinden, oft nur zeitweilig, bisweilen überhaupt nicht ab. Auch dieses Verhalten scheint die Annahme Schwendts, nach der Wasserregulierung ja nur zeitweise von nöten ist, zu bestätigen, ebenso die folgende Beobachtung.

Der Nektar mancher Pflanzenarten wird sowohl von den Ameisen wie von anderen Tieren verschmäht und ist daher als Anlockungsmittel ungeeignet. Nektarien unterhalb der Blüte oder an der Außenseite des Kelches hielt man für ein Mittel, die Ameisen zu veranlassen, solche fliegende Honigsammler, die die Blüte von außen anbohren, anstatt den Honig auf legitime Art zu sammeln, durch ihre Gegenwart zu verscheuchen. Nieuwenhuis bestreitet die Richtigkeit dieser Annahme. Nach ihm ist die Blütendurchbohrung völlig unabhängig von dem Ameisenbesuche, den die Pflanze infolge ihrer Zuckerausscheidung empfängt. Die Bienen, Hummeln und Wespen lassen sich von den an den Blüten befindlichen Ameisen bei der Anbohrung nicht stören, ja diese Art des Honigdiebstahles scheint der Pflanze gar nicht einmal so schädlich zu sein; denn einige Arten, von deren Blüten 100 oder fast 100 Prozent angebohrt werden, setzen trotzdem reichlich Früchte an; es gibt also neben den Honigräubern wohl immer noch genügend ehrliche Blütenbesucher.

Aber die Ameisen sind in Südostasien den Pflanzen nicht nur nutzlos, sondern schaden ihnen sogar manchmal. Die honigsuchenden Arten gehören dort zu den harmlosen, die als Pflanzenbeschützer ungeeignet sind. Sie treten nicht nur gegen allerhand Pflanzenschädlinge, wie Raupen, Wanzen, Käfer, Larven verschiedener Art, nicht feindlich auf, sondern lassen sich in manchen Fällen sogar von diesen vertreiben. Die Ameisen werden den Pflanzen dadurch schädlich, daß sie sich auf deren Kosten ernähren, ausgedehnte Zuchten von Blattläusen, ihren „Milchkühen", darauf anlegen, mit dem Zucker zugleich die Nektarien herausfressen und bisweilen auch die Blätter selbst angreifen.

Nieuwenhuis weiß die Erscheinung der extrafloralen Nektarien nicht zu erklären. Die Zuckersekretionen locken nicht nur Ameisen, sondern auch eine Menge anderer Tiere an, die den Pflanzen einen mehr oder weniger großen Schaden zufügen. Einige Pflanzen, bei denen die Nektarausscheidung aus unbekannten Gründen zeitweilig oder gänzlich unterbleibt, haben von Schädlingen weniger zu leiden als bei normal verlaufender Nektarsekretion. Somit sind wir nach Nieuwenhuis über den Zweck dieser extrafloralen Zuckerausscheidungen heute noch ebenso im unklaren wie zu Linnés Zeiten. Vielleicht wäre er anderer Ansicht, wenn er die Schwendtschen Untersuchungen kennte. Die zahlreichen Abbildungen, die Nieuwenhuis seiner Abhandlung beigegeben hat, zeigen eine überraschende Mannigfaltigkeit in der Verteilung der Nektarien auf die einzelnen Pflanzenorgane und sind nur geeignet, uns im Glauben an die Richtigkeit der Schwendtschen Hypothese zu bestärken.

Merkwürdigerweise wird zu gleicher Zeit noch von einem dritten Forscher ein Fall, der bisher als echte Symbiose von Pflanze und Ameise aufgefaßt wurde, widerlegt. Schimper und Fritz

*) Annales du Jardin Bot. de Buitenzorg, Vol. VI (1907), 2. Teil.

Müller glaubten sich auf Grund ihrer Beobachtungen in Südamerika zu der Annahme berechtigt, daß ein dortiger Laubbaum, die Imbauva (Cecropia adenopus), von den Aztecaameisen gegen die gefährlichen Blattschneiderameisen geschützt werde und ihnen dafür nicht nur in den hohlen Stammgliedern Wohnung, sondern auch Nahrung in Gestalt kleiner Wucherungen am Grunde des Blattstieles, der sogenannten Müllerschen Körperchen, biete. H. v. Ihering kommt dagegen nach mehrjährigen Untersuchungen, die sich besonders mit der Biologie der blattschneidenden Attaameisen beschäftigt haben, zu dem Schlusse, daß seine Vorgänger sich getäuscht haben.*)

v. Ihering kann allerdings nicht in Abrede stellen, daß die Cecropia im Besitze der sehr bissigen Aztecas einen Schutz gegen andere Ameisen, besonders auch gegen die Blattschneider, besitzt; setzt man eine solche Ameise auf ein Blatt der Cecropia, so wird sie alsbald von den Aztecas angegriffen, ebenso andere Ameisen. Auffallend ist dabei, daß die Aztecas manche andere Schädlinge des Baumes, namentlich blattfressende Käfer und deren Larven, ganz unbehelligt lassen. Müller und Schimper haben ganz übersehen, daß die jungen, von den Aztecas noch nicht bewohnten Imbaubapflanzen nichts von Ameisen zu leiden haben, und daß auch ältere Cecropiabäume, wenn sie ameisenfrei bleiben, nicht von Blattschneidern geschädigt werden. Es stellt sich also nach v. Iherings Erfahrungen heraus, daß die Cecropien in keiner Weise des Ameisenschutzes bedürfen. Die Cecropia bedarf zu ihrem Gedeihen der sie bewohnenden Aztecaameisen so wenig, wie der Hund der ihn bewohnenden Flöhe. Es liegt hier keine Symbiose, sondern ein dem Schmarotzertum (Parasitismus) vergleichbares Gastverhältnis vor, bei dem der Vorteil fast ausschließlich auf seiten der Ameisen ist. Überdies scheinen Cecropiablätter von den Blattschneiderinnen nur dann angegriffen zu werden, wenn sie welk sind, wenigstens in Sao Paulo, wo v. Ihering seine Untersuchungen anstellte.

Sehr interessant sind des Forschers Angaben über die Besiedelung des Cecropiabaumes durch mehrere Ameisenweibchen und die schließliche Vereinigung sämtlicher Kolonien zu einer einzigen großen Ansiedlung, die dann nur einer Königin untersteht.

Es wäre nicht unmöglich, daß künftig auch ein zweiter Fall, der als Muster vorzüglicher Anpassung von Pflanzen an Ameisen gilt, nämlich der Transport der Samen sogenannter myrmekochorer Pflanzen durch Ameisen, auf ein bescheideneres Maß von Zusammengehörigkeit zurückgeführt würde. Einen Anlaß, diese anziehende Form von Symbiose zu berühren, bietet ein Werk des schwedischen Forschers R. Sernander**) über die Myrmekochoren, d. h. diejenigen Pflanzen, deren Verbreitungsorgane wegen besonderer Eigentümlichkeiten in der Organisation von Ameisen aufgesucht und transportiert werden.

*) Englers Bot. Jahrb., Bd. 39 (1907), Heft 4 u. 5.
**) Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren. Upsala u. Stockholm 1907.

Um den Umfang der transportierenden Tätigkeit der Ameisen annähernd zu bestimmen, stellte Sernander Beobachtungen und Zählungen bei der roten Waldameise an. Da ergab sich denn, daß ein Ameisenstaat in den mittelschwedischen Wäldern jährlich im Mindestmaße 36.480 Samen transportiert. An einem kleinen, am Rande eines Haferfeldes befindlichen Baue der schwarzen Erdameise (Lasius niger) stellte er fest, daß in ungefähr acht Wochen oder auch weniger Zeit mindestens 638 Ehrenpreissamen eingesammelt und nach Abnagung der Ölschwielen von den Ameisen wieder herausbefördert waren. Es konnten Transporte solcher Samen auf ungefähr 10, sogar auf 27 und 70 Meter Entfernung konstatiert werden.

Gewöhnlich finden sich Ameisenpflanzen unweit der Ameisenbauten und -Straßen vor, oft in Reihen angeordnet. Auch das Vorkommen gewisser Mauer- und Ruinenpflanzen ist auf die transportierende Tätigkeit der Tierchen zurückzuführen. Findet man z. B. das Schöllkraut, den Lerchensporen, die stinkende Nieswurz auf Mauern, Bäumen oder in Mauerspalten, so kann man sicher Ameisentransport annehmen. Wenn also die Ameisen auf die Verbreitungsweise der europäischen Pflanzenwelt einen großen Einfluß ausüben, so fragt es sich, welche Eigentümlichkeiten der Pflanzenorganisation in unmittelbarer Beziehung zu dieser Verbreitungsart stehen. Das Hauptanziehungsmittel für die Ameisen bildet das Elaiosom oder die Nabelschwiele der Samen, ein Organ, das sich an verschiedenen Samenteilen ausbildet und in den meisten Fällen ein fettes Öl als wirksamen Bestandteil führt. Zu den Pflanzen, deren Samen mit einem solchen, die Ameisen anlockenden Ölbehälter ausgestattet sind, gehören das Märzveilchen, die Hainsimse, das Schöllkraut, der Wachtelweizen, dessen Samen eine gewisse Ähnlichkeit mit Ameisenkokons haben, der Boretsch, das Lungenkraut, die Schwarzwurz, die weiße Taubnessel, Ehrenpreisarten u. a. Viele Samen und Früchte myrmekochorer Gewächse zeigen auffallend starke Behaarung, häufig an den Elaiosomen und in deren unmittelbarer Umgebung, und Sernander nimmt an, daß infolge der Behaarung bei den Ameisen ähnliche Empfindungen geweckt werden wie bei der Berührung mit einem ihnen bekannten oder angenehmen Insekt oder einer Insektenlarve, und daß dadurch ihr Sammeltrieb angeregt werde. Die Ölkörperchen werden von den Ameisen mit Vorliebe verzehrt, ohne daß die meist durch harte Samenschale geschützten Samen in ihrer Keimfähigkeit dadurch geschädigt werden.

Sehr anziehend ist die Beschäftigung mit der Entwicklungsgeschichte dieser Elaiosomen. Ist es wirklich sicher, fragt Sernander, daß die Ameisen selber in natürlicher Auslese diese Anpassung allmählich herangezüchtet haben, oder waren andere die Täter, und ist die von ihnen gezüchtete Beziehung den Ameisen nachträglich zu gute gekommen? Die Ameisenpflanzen bilden zwei Gruppen: Waldpflanzen und Ruderalpflanzen (Gewächse des unbebauten Bodens, Schuttpflanzen). Für die Waldpflanzen läßt sich auf Grund geologischer Beweise feststellen, daß diejenigen Waldtypen, in denen

jetzt die hauptsächlichsten Vertreter der Ameisenpflanzen vorkommen, von der älteren Tertiärzeit bis heute in ungeheuren Gebieten fortgelebt haben, und daß in diesen Gebieten auch mehrere, den jetzt lebenden nahe verwandte Ameisenarten vorkamen, die jedenfalls in ähnlicher Weise tätig waren wie die heutigen. Sind nun die heutigen Waldpflanzentypen denen aus geologischer Zeit gleich, so erhebt sich die neue Frage, ob in unseren heutigen Wäldern, z. B. im Eichenmischwald, der Transport der Samen durch Ameisen für gewisse Pflanzenarten wichtig im Kampfe ums Dasein ist. In der untersten Waldschicht ist der Wind als Verbreiter der Fortpflanzungsorgane fast ohne Einfluß, und hier herrscht die größte Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Verbreitungsmittel (Schleuderfrüchte, Klett- oder Häkelfrüchte, Scheinbeeren, echte Beeren, Früchte mit Nabelschwielen). Hier wird sich unter dem Einflusse der den Boden bewohnenden Ameisen auch die Erscheinung allmählich entwickelt haben, die wir als Myrmekochorie bebezeichnen. Viele der Myrmekochoren sind, wie Sernander zahlenmäßig nachweist, typische Schattenpflanzen, also auf ein Lebensgebiet angewiesen, in dem Vorrichtungen für die Windverbreitung als unnütz zurücktreten. Entwicklungsgeschichtlich betrachtet, kann das Ölkörperchen in manchen Fällen als die primäre Erscheinung gedacht werden, der sich die Ameisen nachher zu ihrem Nutz und Frommen bemächtigt haben; in anderen Fällen mag es nachträglich in Anpassung an die Ameisenverbreitung entstanden sein, oder es mögen ursprüngliche geringfügig erscheinende Anlagen durch natürliche Zuchtwahl seitens der Ameisen zu der heutigen beträchtlichen Erscheinung herausgebildet sein, wie Sernander des näheren an der stengellosen Primel nachgewiesen hat.

Zur Biologie einer solchen Ameisenpflanze, der stinkenden Nieswurz (Helleborus foetidus), liefert Prof. Dr. F. Ludwig einen interessanten Beitrag.*) Die prächtige Pflanze mit dem unschönen Namen und den ungewöhnlich mannigfachen biologischen Anpassungen, die als frische grüne Zierde des Winterrasens unserer Gärten und Parkanlagen Anpflanzung und Pflege verdiente, hat vorzügliche Verbreitungsmittel. Für die Aussaat ihrer Samen ist sie auf die Ameisen angewiesen, denen sie wegen der ölhaltigen Organe der weißen Nabelschwiele sehr anziehend erscheint. Die Ameisen schleppen die Samen in ihre Nester oder legen sie auf den Wegen dahin in verschiedenen Depots nieder. Die ins Nest getragenen Samen werden zum großen Teil an den Elaiosomen stark angefressen, ohne die Keimkraft dadurch zu verlieren, und bei gelegentlichen Hausreinigungen um das Nest herum verstreut. Dementsprechend finden wir die Pflanze besonders längs der Heerstraßen der Ameisen, besonders an den Depots, und in dichter Ansiedlung um die Ameisenhaufen.

Bei dieser trefflichen Verbreitungseinrichtung müßte sich diese Nieswurzart eigentlich von einem Standorte aus rasch verbreiten und bald zu einer gemeinen Pflanze geworden sein. Das ist aber keineswegs der Fall. Sie tritt bei weitem nicht so häufig auf wie ihre Schwestern, die schwarze und die grüne Nieswurz. Das liegt vor allem an der schweren Keimung. Nach langer Keimzeit gelingt es dem aus der Samenschale auswachsenden Keimling nur mittels besonderer Vorrichtungen, die Keimblättchen (Kotyledonen) aus der derben Samenschale hervorzuziehen. Wenn aber der Same nicht fest genug in den Boden gebettet ist, so hebt das nach Entwicklung der Wurzel rasch emporwachsende Stengelglied die Kotyledonen mit der Schale aus der Erde. Dann vertrocknet die Samenschale, die Keimblätter können sich aus ihr nicht befreien und der Keimling stirbt bald ab. Prof. Ludwig hat an sonst geeigneten Orten Tausende von diesen Samen ausgestreut, ohne daß eine einzige Pflanze daraus entstanden wäre. Etwas leichter erfolgt vielleicht die Befreiung des Keimlings aus der Samenschale nach Vorbehandlung des Pflanzensamens durch die Ameisen.

Überhaupt besitzt die stinkende Nieswurz Feinde ringsum. Junge Pflanzen wurden im Freiland meist bald durch Schnecken abgefressen und scheinen, einzelne Stämme ausgenommen, gegen diese Schädlinge keinen wirksamen Schutz zu haben. Außer ihnen sind noch einige Insekten an der geringen Verbreitung unserer Nieswurz schuld. Blasenfüße (Thrips), Kugelspringschwänze (Sminthurus), eine Minierfliege (Phytomyza Hellebori) brachten durch ihre Angriffe viele Pflanzen zum Eingehen. Die Larven der zuletzt genannten scheinen die zarteren Blätter der stinkenden Nieswurz denen der schwarzen und grünen vorzuziehen.

Bei dem isolierten Vorkommen der stinkenden Nieswurz in Norddeutschland ist es nicht zu verwundern, daß sich die einzelnen Lokalstämme durch charakteristische erbliche Eigenschaften auszeichnen, nach denen man eine Anzahl Unterarten oder Rassen unterscheiden könnte.

Blütenstudien.

An der stinkenden Nieswurz glückte Prof. Ludwig schon vor 10 Jahren noch eine andere hübsche Entdeckung, diejenige der sogenannten Blütenfenster. Er sah am oberen Pole der Blüte eigentümliche durchscheinende Stellen, die durch die zu ihnen hinleitenden Adern der Blütenblätter gebildet werden und die Orte der Nektarien kennzeichnen.

Ähnliche Fenster sind schon von Chr. Konrad Sprengel vor mehr als 100 Jahren an zwei Osterluzeiarten, unserer einheimischen Aristolochia Clematitis und dem aus Nordamerika stammenden Pfeifenkopfe (A. Sipho) nachgewiesen und seitdem mehrfach entdeckt und beschrieben. Dr. Rob. Stäger, der Entdecker der im I. Jahrbuche für Naturkunde (S. 166) beschriebenen Transparenz des Alpenveilchens, hat seither noch eine Anzahl gleich interessanter Beobachtungen gemacht, die er an seine Beobachtungen über das Alpenveilchen anknüpfend schildert.*)

Die offene, in jedem ihrer Teile leicht zugängliche Cyclamenblüte trägt nicht gleich anderen of-

*) Zeitschr. f. wissensch. Insektenbiologie, Bd. 3, Heft 2.

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 6 (1907), Nr. 12.

fenen Blumen gefärbte „Saftmale", sicherlich deshalb nicht, weil sie ihr nichts nützen würden. Denn obwohl offen, ist dennoch der Blumenkessel dem Lichte nicht zugänglich, weil er mit seiner Mündung vermöge der Knickung des Blütenstieles nach unten gekehrt ist. Was also gefärbte Saftmale beim Alpenveilchen nicht vermögen, das gelingt transparenten Gewebsstellen am Blütenboden, mit einem Worte „Fenstern". Bei hängenden Glockenblüten werden wir daher mit Erfolg die Erscheinung der Transparenz suchen.

Ein prächtiges Beispiel liefert die Kaiserkrone (Fritillaria imperialis). Blickt man von unten her in die Glocke hinein, so scheinen die fünf am Blütengrunde befindlichen Nektargruben, die im auffallenden Lichte porzellanartig weiß aussehen, rosafarben durch. Zu ihnen führen auf orangegelbem Grunde rot durchscheinende Adern, die den Insekten als „Wegweiser" dienen können.

Noch auffallender tritt uns die Transparenz an der Schachblume oder dem Kibitzei (Fritillaria meleagris) entgegen. Hier kommt die Pracht der Färbung erst zur vollen Geltung im durchfallenden Lichte. Das Perigon erscheint, von außen betrachtet, ziemlich matt, unauffällig, etwa wie eine im auffallenden Lichte geschaute Glasmalerei. Werfen wir aber einen Blick von unten her in die Blüte, so erglüht ihre schachbrettartige Felderung in leuchtenden Farben und die schlitzförmigen Nektarien heben sich deutlich ab.

Bekannt sind die leuchtend gelben Blüten des im Vorfrühling blühenden, aus China stammenden Strauches Forsythia. Bei oberflächlicher Betrachtung erscheinen die Blüten gleichmäßig gelb gefärbt. Doch dem ist nicht so. Gelb sind nur die vier Zipfel der Röhrenblüte. Die kurze Kronröhre selbst aber ist farblos und durchscheinend wie in Öl getauchtes Papier, und auf diesem transparenten Grunde heben sich zwölf orangegelb gefärbte, nicht transparente Längsstreifen, die Saftmale, ab. Wenn so delikate Zeichnungen in einer hängenden Blüte sichtbar werden sollen, so kann es nur durch die Transparenz der umgebenden Partien geschehen.

Bei einer Art der Perlhyazinthen (Muscari commutatum) sind die obersten 20 bis 25 unfruchtbaren, geschlechtslosen, als Schauapparat dienenden Blüten hellblau durchscheinend, nicht wie die fruchtbringenden „bereift" und auch nicht duftend. Man könnte sie mit entzündeten Lampions vergleichen, ihr Zweck ist ersichtlich kein anderer als der, als Schauapparat zu wirken, was durch ihre Transparenz am besten erzielt wird.

Einzig durch ihre große Transparenz fallen die grünlichgelben Blüten des Platanenahorns (Acer Platanoides) in der Frühlingslandschaft auf. Wie flüssiges Gold erglühen sie in der Sonne und heben sich prächtig, weithin sichtbar von dem dunklen Blau des Himmels ab. Alle Teile der Blüte sind hervorragend durchscheinend. Das ist eine Eigenschaft sehr vieler, allerdings nicht aller Frühlingsblüten. Andere, wie die Sumpfdotter-, Feigwurz- und Hahnenfußblüten verdanken ihre Leuchtkraft nicht der Transparenz. Vielmehr werfen ihre schalenförmigen, mit einer glasurartigen Epidermis überkleideten Blüten die Lichtstrahlen wie ein Hohlspiegel zurück. Dr. Stäger bezeichnet sie im Gegensatze zu den Transparenzblüten, von denen er noch den stengellosen, schönblühenden Enzian (Gentiana acaulis) beschreibt, als Reflexblumen.

Bei den Fensterblumen ist bald nicht das Saftmal selbst, aber dessen Umgebung durchscheinend, wie bei den nickenden Enzianglocken, bald ist nur das Saftmal transparent, nicht seine Umgebung. Den letzteren Fall haben wir bei dem Waldstorchschnabel, auch beim Schneeglöckchen, bei dem die milchweißen Blumenblätter von durchscheinenden, als Saftmal funktionierenden Adern durchzogen werden.

Der Zweck der Transparenz ist ein zwiefacher. Sie dient erstens der Anlockung der Insekten aus der Ferne, zweitens der Anlockung bezw. Führung der Insekten aus der Nähe. Im ersten Falle ist die ganze Blüte transparent wie beim Ahorn, die Transparenz steht im Dienste des Schauapparats; im zweiten Falle, wo die Transparenz im Dienste des Saftmals steht, sind nur einzelne Partien durchscheinend, wie beim Schneeglöckchen oder Enzian.

Da mancherlei Anzeichen dafür sprechen, daß die Insekten mit ihren Facettenäuglein kurzsichtig sind, und da die praktische Optik bei ihnen noch nicht zur Geltung gelangt ist, ist natürlich nicht daran zu denken, daß sie aus großer Entfernung Farbentöne zu unterscheiden vermögen. Auf größere Distanzen kommt nur der Duft als Lockmittel zur Geltung. Dagegen läßt sich ganz wohl annehmen, daß die Blumen durch den Kontrast, den sie mit ihrer Umgebung bilden, doch auf weitere Strecken hin als hellere oder dunklere Flecken sich abheben.

Diese von Dr. H. Meierhofer in einem sehr schönen, vor allem höchst instruktiv illustrierten biologischen Werke ausgesprochene Ansicht erläutert der Verfasser durch folgende interessante Erinnerung.*) Ich erinnere mich, schreibt er, wie ich einst in meiner Jugendzeit einen Nachbar für geistig gestört hielt, weil er sein funkelneues Bienenhaus, das für etwa achtzig Völker Platz hatte, in mir unverständlicher Weise verunstaltete. Oberhalb jedes Flugloches brachte er nämlich einen farbigen Streifen an, achtete aber genau darauf, daß nie zwei ähnliche Farbstreifen in unmittelbare Nähe kamen. Die Farbenzusammenstellung machte einen nichts weniger als harmonischen Eindruck; aber der Bienenzüchter behauptete, nur so sei es den einzelnen Bienen möglich, unter den achtzig Fluglöchern das richtige sofort herauszufinden. Und in der Tat flogen die Bienen mit staunenerregender Sicherheit auf den Eingang ihres Stockes zu, während ich im alten Bienenhäuschen, auf dem noch Strohkörbe standen, sehr oft hatte beobachten können, wie die heimkehrenden Bienen sich erst auf ein Flugbrett niederließen, dann auf ein zweites Brettchen hinüberkrochen und schließlich in einem dritten Eingange verschwanden.

Das ist so klar und überzeugend, daß es kaum nötig erscheint, die Frage: Wodurch ziehen Blumen die Bienen an? immer aufs neue aufzuwerfen. Neben den Farben könnte nur der

*) Einführung in die Biologie der Blütenpflanzen. Im Anschluß an Sturms Flora von Deutschland. Stuttgart 1907.

Honig und der Duft in Betracht kommen, und daß es doch hauptsächlich die ersteren sind, haben auch die neuen Versuche von Frl. Josephine Wéry*) und E. Giltay**) erwiesen.

J. Wéry, welche Blumensträuße und andere Versuchsobjekte aus weiterer Entfernung auf die Bienen wirken ließ, fand, daß die lebhaft gefärbten Blüten die Bienen stärker anziehen als weniger gefärbte Blüten derselben Art. Der Honig lockt sie nur wenig an. Dagegen zogen künstliche, recht naturgetreu nachgebildete und geschickt in dem natürlichen Laubwerk angebrachte Blumen die Tierchen kräftig an, genau so stark wie ihnen ähnliche Naturblumen. Der Duft allein zieht die Bienen nur schwach an — bei anderen Insekten ist das anders. Erst das Zusammenwirken der drei Faktoren Form, Farbe und Duft, vereinigt mit der Geschmackserinnerung, bewirkt die lebhafteste Anziehung. Jedoch ist die von der Form und der Farbe der Blumen ausgeübte Anlockung ungefähr viermal stärker als die, welche Pollen, Duft und Nektar zusammen ausüben.

Ungefähr zu denselben Ergebnissen gelangte Giltay. Daß die Bienen, die ja dunkles Blau, Violett und Hellblau zweifellos bevorzugen, roten Blüten aus dem Wege gehen, wie Kerner und Delpino behauptet hatten, fand er nicht bestätigt. Pelargonien, Klatschrosen sowie rote Papierblüten zogen sie ohne Zweifel an, und es ist sehr unwahrscheinlich, daß ein besonderer Duft oder die Form der Blüte das Lockmittel bilden sollte. Künstliche Blüten wurden nicht leicht besucht (warum nicht, wenn nur die Farbe eine Rolle spielt?), aber verhältnismäßig oft, wenn die Bienen darauf gelockt waren. Alle Versuche ließen das Ortsgedächtnis der Bienen deutlich erkennen. Offen daliegende kleine Honigmengen (welche die Biene unter natürlichen Verhältnissen nie antrifft) übten nur geringe Anziehungskraft aus, so daß in einiger Entfernung eine einzige Blütenkrone gewiß ein viel stärkeres Lockvermögen hat, als eine Honigmenge, die viel größer ist, als in einer Blüte je gefunden wird (selbstverständlich, denn nur in der Blume kann die Biene ja erwarten, Honig zu finden, Honig ohne Blüten existiert für sie gar nicht). Daß mit solchen Versuchen die Frage, was die Bienen zu den Blumen lockt, endgültig zu entscheiden wäre, ist kaum anzunehmen. Je unnatürlicher die Versuche, desto zweifelhafter die Ergebnisse. Da ist Dr. Meierhofers eingangs angeführter, auf einfacher Überlegung beruhender Schluß viel überzeugender.

Wie unvollkommen selbst bei ausgeprägten Insektenblumen die Anpassung sein kann, beweisen die räuberischen Einbrüche, welche viele Blüten sich seitens der Honigdiebe, Hummeln und selbst Bienen, gefallen lassen müssen, ohne den Einbrechern wehren zu können. Welcher Schade den betroffenen Pflanzen daraus erwachsen kann, hat Dr. G. Worgitzky kürzlich an einer Salbeiart (Salvia glutinosa) beobachtet.***) Der bekannte Hebelmechanismus der Salbeiblüte, durch dessen Bewegung das eindringende Insekt sich selbst den Rücken mit Blütenstaub bepudert, um ihn bei der nächsten Blüte am Stempel abzustreifen, ist in den großen gelben Blumen zu typischer Vollendung ausgebildet. Die Bestäubung kann wegen der Länge der Blüte nur von einer großen schwarzen Hummel mit gelben Ringen und weißer Hinterleibsspitze, wahrscheinlich der Gartenhummel oder einer verwandten alpinen Art, ausgeübt werden; der Rüssel kleinerer Arten würde nicht bis zum Honig hinabreichen. Auch ist die breite, über zwei Zentimeter lange und brettartig wagrechte Unterlippe der Blüte, als der Sitzplatz der ankommenden Besucher, für so schwere Insekten besonders eingerichtet.

So selten es gelang, den legitimen Bestäubungsvermittler, jene große Hummel, festzustellen, so leicht war es, meist schon nach wenigen Minuten des Wartens, in einer kleinen Hummel mit rostroter Hinterleibsspitze den häufigsten Gast der Blüte zu erkennen. Es war die Steinhummel, für welche der Beobachtungsort Dr. Worgytzkys, die Umgegend von Aussee in Steiermark, in dem mit Steintrümmern übersäten Boden der dortigen Wälder geradezu ideale Brutplätze darbietet. Da die Steinhummel mit ihrem nur 12 Millimeter langen Rüssel den Nektar auf normalem Wege nicht erreichen kann, so hilft sie sich dadurch, daß sie die Kronröhre gerade über dem Kelche von außen anbeißt und den Nektar durch die Bißwunde herausholt. Es gelang dem Beobachter trotz wochenlanger Nachforschungen nicht, auch nur eine einzige blühende Blume ohne Einbruch zu finden, selbst zahlreiche Knospen mit noch geschlossenem Blüteneingang zeigten die erbissene Kronröhre.

An eine Fremdbestäubung ist bei den Besuchen der Steinhummel natürlich nicht zu denken, und da die Zahl der legitimen Besuche seitens der Gartenhummel, die allein zur Bestäubung führen können, gering ist, so muß das für die Anzahl der Fruchtansätze, die ja den einzigen Zweck der Bestäubung bilden, von den bedenklichsten Folgen sein. Nur 20 Prozent der Blüten zeitigten nach Worgitzkys zahlenmäßigen Feststellungen überhaupt Früchte, ein um so auffälligeres Ergebnis, als wir es hier mit Blüten zu tun haben, die ihrer Anpassung nach zu den vollendetsten der mitteleuropäischen Flora gehören. Übrigens hat eine offenbar beginnende Neuanpassung bereits dafür gesorgt, gegen den beispiellosen Nektarraub der Steinhummel einen wenn auch geringfügigen Ausgleich zu schaffen. Dieser liegt in einer enormen Entwicklung des Nektariums, das einen dicken gelben Ringwulst um den Fruchtknoten bildet, und in der entsprechend gesteigerten Nektarmenge. Auch nach wiederholten Besuchen der Steinhummel kann immer noch genügend frischer Nektar abgeschieden werden, um die später ankommende Gartenhummel zu sättigen und so zu befriedigen, daß sie gern die Blüten der Nachbarpflanzen aufsucht und dort die Fremdstäubung vollzieht.

Daß die Beobachtung bei Aussee nicht vereinzelt dasteht, zeigen Angaben aus der ziemlich entfernten Alpengegend des Zillertales, wo der Honigraub ebenfalls so umfangreich betrieben wird, daß wahrscheinlich nicht mehr Fruchtansätze herauskommen werden. Weitere Beobachtungen an der gelben Salbei, besonders an ihren außeralpinen Stand-

*) Recueil de l'Institut botan. Léo Errera, Bd. 6.
**) Jahrbücher f. wissensch. Bot., Bd. 43.
***) Naturw. Wochenschr., Bd. 5, Nr. 46.

orten, erscheinen sehr erwünscht, um volle Aufklärung zu bringen.

Im Daseinskampfe.

Wo der Daseinskampf für den Menschen am härtesten erscheint, im ewigen Eise der Polarwelt oder des Hochgebirges und im dürren Sande der unendlichen Wüste, da haben auch die zarten Kinder Floras am härtesten um ihre Existenz zu ringen, so sehr, daß sie nicht selten alle Anmut und Schönheit, welche ihnen unsere Gunst gewinnen, fahren lassen und nur auf die Ausbildung möglichst robuster Stamm- und Blattorgane neben ganz unscheinbaren Blütenbildungen bedacht sind. Als hervorragendes Beispiel solcher zu einem wahren Dickhäuter umgewandelten Pflanze erscheint die merkwürdige Welwitschie Südwestafrikas, nicht ohne Grund von den Botanikern als die „wunderbare" (Welwitschia mirabilis) bezeichnet.

In das Gebiet der arktischen Gegenden führt uns ein Aufsatz von Dr. Emil Werth über die Pflanzenwelt der Antarktis nach den Ergebnissen der deutschen Südpolarexpedition.*) Das eigentliche Südpolarland wies an der von der Expedition besuchten Stelle, dem Gaußberge an der Kaiser Wilhelm II.-Küste, nur eine sehr spärliche Flora auf. Neben drei zum Teil weit verbreiteten Flechten trägt der Basaltberg nur ein als neu beschriebenes Laubmoos (Bryum filicaule), das in dichten, festen Polstern dem unwirtlichen Klima trotzt. Offenbar ist der Südpolarkontinent zu weit von den nächsten Eilanden entfernt, als daß die Samen höherer Pflanzen hinübergelangen und sich auf der von den Flechten zubereiteten Grundlage ansiedeln könnten. Reichlicher gestaltet sich die Flora auf drei nördlicher gelegenen, der gemäßigteren Antarktis mit ozeanischem Klima angehörenden Inseln, Kerguelen, Heard- und Possessioninsel.

Interessant ist die große Menge mehr oder weniger parasitischer lebender Pilze, die auf den Blütenpflanzen, vornehmlich den Gräsern, erbeutet wurde. Ein großes üppiges Rispengras, Poa Cookii, beherbergt allein zwölf verschiedene, größtenteils neue Pilze, Brand-, Rost- und andere Pilze. Auch die Flechten- und Lebermoosflora ist auf Kerguelen und Possessioneiland reich vertreten und erscheint gegenüber den nur 28 Gefäßpflanzen Kerguelens recht stattlich. Ungefähr zwei Fünftel der Lebermoose sind endemisch, d. h. einheimisch, und nur hier an Ort und Stelle vorkommend; im übrigen bestehen starke Beziehungen zu den Magellanländern.

Die uns besonders interessierende Gruppe der Blütenpflanzen hat auf diesen Inseln vom Winde beträchtlich zu leiden. Er hat im Vereine mit der niedrigen Sommerwärme des Landes einen deutlichen Einfluß auf die Vegetationsformen dieser Gewächse ausgeübt. Doch ist seine Wirkung weniger eine umgestaltende als eine auslesende gewesen. Das heutige Bild der Vegetation Kerguelens ist sehr jung. Bis in eine (geologisch gesprochen) allerjüngste Zeit hinein war die Hauptinsel mitsamt den zahlreichen küstennahen Nebeneilanden von einer zusammenhängenden Eismasse überflutet. Die alte Flora konnte sich nur in sehr reduzierter Form an steilen und dadurch eisfreien Felswänden der Küstengebiete und vor allem auf den weiter vom Hauptlande entfernten Nebeninseln erhalten. Ein Teil der heutigen Flora Kerguelens dürfte erst nach der Eiszeit mit Eintritt der heutigen klimatischen Verhältnisse eingewandert sein, eine Anzahl ist sogar erst neuerdings eingeschleppt und zum Teil auch zur Blüte gelangt.

Zu den Arten, welche die Vereisung überdauert haben, mögen u. a. die beiden Charakterpflanzen des Strandlandes, Tillaea moschata und Cotula plumosa, gehören. Merkwürdigerweise zeichnen sich zwei der auffallendsten und über den ganzen Kerguelenbezirk verbreiteten Arten, der Kerguelenkohl (Pringlea antiscorbutica) und Cooks Rispengras, unter allen am meisten durch den Mangel an Schutzeinrichtungen gegen die schädlichen Einflüsse des Windes aus. Beide Arten bevorzugen heute geschütztere luftfeuchte Standorte und wachsen nur an solchen üppig.

Dagegen zeigen andere einheimische Formen in ihrem ausgesprochen xerophilen, die Dürre liebenden Baue deutliche Anpassungen an den Wind. Das spricht für ein hohes Alter der Windformen, die vermutlich zunächst in besonders dem Winde ausgesetzten Gelände unter im übrigen günstigeren klimatischen Verhältnissen, etwa im Gebirge, entstanden sind. Für die Einwanderung in der Nacheiszeit kommt mit größter Wahrscheinlichkeit zunächst das südamerikanische Gebiet in Betracht, aus dem auch die heutigen Verhältnisse direkt durch den Wind oder indirekt mittels Vögel und Eisberge eine Einwanderung noch am leichtesten erklärlich machen. Doch haben auch einige Vertreter höherer Flora, wie der Kerguelenkohl beweist, die Möglichkeit eines Überdauerns während der Eiszeit besessen.

Nur eine Blütenpflanze Kerguelens zeigt sich durch Hakenfrüchte an die Verbreitung durch Tiere angepaßt, ist also eine Eingewanderte. Auch Schwimmvorrichtungen vermissen wir an den Früchten und Samen der Kerguelengewächse, selbst an den typischen Strandpflanzen, und ebensowenig werden Flugfrüchte angetroffen. Hat also der Wind auf die Wieder- oder Neubesiedlung der Inselgruppe schwerlich allzu großen direkten Einfluß gehabt, so ist er doch für die heutige Form des Vegetationsbildes in hohem Grade verantwortlich zu machen. Das beweist sowohl der Bau der tonangebenden Gewächse wie auch die Verteilung der Pflanzen im Gelände.

Charakteristische Formen der Kerguelenflora sind die Polstergewächse, unter denen Azorella Selago das Vegetationsbild in den größten Teilen der Insel völlig beherrscht. Sie bildet dichte, einen Fuß bis einen Meter im Durchmesser haltende Polster, die in verschiedenen Zwischenräumen auf dem steinigen Schuttboden aufragen. Diese Polsterform ist vorzüglich geeignet, den denkbar besten Schutz gegen die mechanische und die austrocknende Wirkung des Windes zu gewähren. Die Polsterform kommt durch Verkürzung der Achsenorgane

*) Naturwiss. Wochenschr., Bd. 6 (1907), Nr. 24.

bei gleichzeitiger reichlicher Verzweigung zu stande. Halbkugelig bis gewölbt kuchenförmig gestaltet, mit glatter dichter Oberfläche, die flache Unterseite dem Boden dicht angeschmiegt und durch eine lange verzweigte Pfahlwurzel tief verankert, bietet sie den mechanischen Angriffen des Windes den größten Widerstand. Außerdem wird durch das dichte Aneinanderliegen der Verzweigungen, die nur ihre Spitzen der freien Luft aussetzen, das Maß der Verdunstung möglichst gemindert und im Innern des Polsters zugleich ein vorzügliches Flüssigkeitsreservoir geschaffen. Neben der Azorella bilden noch zwei einheimische Gewächse aus der Familie der Nelkengewächse nebst dem Kerguelengras (Poa kerguelensis) Polsterform.

Nächst Azorella herrscht unter den Kerguelenpflanzen ein Rosengewächs vor, die an unsere Pimpinelle erinnernde Acaena ascendens. Sie vertritt als kriechender Halbstrauch auf dem unwirtlichen Inselland den in Hochgebirgswüsten und der arktischen Tundra so häufigen Typus der Kriechsträucher. Der Hauptschutz der Pflanze liegt in ihrem niedrigen Wuchse und dem Absterben des Laubes zu Beginn der ungünstigen Jahreszeit. Durch letztere Eigenschaft steht Acaena in der Kerguelenflora ganz vereinzelt da.

Die meisten dieser Inselgewächse sind hochgradig variationsfähig und wissen sich den verschiedenen Standorten vorzüglich anzupassen. Acaena z. B. liegt an dem Winde ausgesetzten Orten platt am Boden und wird höchstens 5 Zentimeter hoch, während sie an windgeschützten Berghängen mehr als 30 Zentimeter Höhe erreicht und von der am Boden kriechenden Hauptachse den beblätterten Trieb aufwärts sendet. Andere Pflänzchen, die an offenen Stellen nur winzige Rosetten bilden, werden im Schutze dieser „üppigen" Acaena — üppig für Kerguelenfloraverhältnisse — zu hohen sparrigen Kräutern.

In neuester Zeit ist durch Einführung von Kaninchen auf der Insel eine bedeutende Veränderung des Vegetationscharakters eingetreten. Die Acaenaarten besitzen Hakenfrüchte, die zwar schwierig im Gefieder eines Vogels, aber leicht im Pelze eines Säugetieres haften. So hat durch die Einführung der Kaninchen, der ersten Säuger auf Kerguelen, die mit Leichtigkeit die Früchte dieser Pflanze verschleppen, die Acaena einen bedeutenden Vorsprung vor den anderen Arten auf der Insel gewonnen. Dazu kommt, daß das gerbstoffhaltige Laub der Pflanze von den Nagern sehr ungern gefressen wird, während andere Gewächse, wie der Kerguelenkohl, Cooks Rispengras u. a., durch die Tiere an den ihnen zugänglichen Stellen so gut wie ausgerottet sind. Es trägt daher in dem Hauptverbreitungsgebiete der Kaninchen die Vegetation durch das ganz erhebliche Vorwiegen der Acaena und das nahezu völlige Fehlen bestimmter anderer Arten einen charakteristischen und auffallenden Zug. Daß diese Änderung des Vegetationsbildes wirklich neuesten Datums ist, ergibt sich daraus, daß man unter der Acaena auf Schritt und Tritt in dem bezeichneten Gebiete den vertorften Resten einer früheren dichten Azorellavegetation begegnet. Hoffentlich gelingt es den unvorsichtigerweise eingeführten Nagern nicht, das uralte Relikt, den Kerguelenkohl, den letzten Vertreter eines längst verschwundenen Typus, welcher seine Erhaltung bis zur Gegenwart nur der Auswanderung nach der einsamen Insel verdankt und auf der Erde sonst keine



Reste der Heidevegetation im Kampfe mit dem Kvitsande.

näheren Verwandten mehr hat, völlig auszurotten. Der Daseinskampf ist für diese Inselflora ohnehin hart genug. Da Kerguelen mit einer durchschnittlichen Sommertemperatur von 6·8° C nicht Wärme genug zum Ausreifen der Samen der Phanerogamen bietet, die Keimlinge überdies dem Ausreißen und Austrocknen durch den Wind ausgesetzt sind, so spielt die ungeschlechtliche Fortpflanzung, die vegetative Vermehrung durch Ausläufer und kriechende Wurzelstöcke, eine große Rolle.

Fast dieselbe Rolle spielen diese Verbreitungsmittel im Daseinskampfe der Sand- und Wüstenflora, die Thekla R. Resvoll kürzlich im kleinen auf dem Flugsandgebiete bei Röros im inneren Norwegen studiert und in höchst eingehender und liebevoller Weise geschildert hat.*) Der unweit dieses Bergstädtchens gelegene, 1 Quadratkilometer große Kvitsand ist fast nur von Heideland umgeben und besteht aus feinkörnigem Sande, der vom Winde leicht in Bewegung gesetzt und an unruhigen Tagen oft in dichten Wolken aufgewirbelt wird. Häufig wird die Oberfläche des Sandes durch die Wirkung des Windes von ähnlichen Streifen, „Rippelmarken", gekräuselt, wie die sind, die der Wellenschlag am Meeresstrande hervorruft.

Die Fragen, welche die Verfasserin auf diesem aller Vegetation so abholden Terrain zu ergründen versuchte, sind etwa folgende: Welches sind die Pflanzen, die sich auf einem solchen Sandfelde haben ansiedeln können, das mitten in einer Heide mit ihrer feststehenden Pflanzengesellschaft liegt? Welche Pflanzen haben sich hier an den für Wind und Wetter offen liegenden Flächen, wo auch die Bodenbedingungen ihnen ungünstig sind, erhalten können? Welche Rolle hat die Heide mit ihrem arktischen Pflanzenelement in der Besiedlung des neuen Bodens gespielt? Auch die Angriffe des Flugsandes auf die angrenzende Heide und den häufig verzweifelten Kampf ums Dasein seitens der Heidepflanzen hat die Verfasserin verfolgt.

Die Vegetation des Wüstensandes ist wüstenartig und um so spärlicher, je weiter nach der Mitte zu. Nur eine sehr kleine Artenzahl tritt auf in vereinzelten Individuen. Die eigentliche Flugsandflora ähnelt weniger der der umgebenden Heide als der des Küstenflugsandes; Gräser und grasähnliche Gewächse herrschen vor, z. B. zwei Schwingelarten (Festuca rubra und ovina) — auch auf Kerguelen spielt ein Schwingel (Festuca erecta) eine Rolle —, ferner das Straußgras (Agrostis vulgaris), die Schmiele (Aira flexuosa), das Wiesenrispengras, die Schafgarbe, der Sauerampfer und das schmalblättrige Weidenröschen.

Die Vegetation des Sandbodens hat selbst unter verschiedenster geographischer Breite ein ähnliches Gepräge, es besteht eine gewisse Ähnlichkeit selbst zwischen den Sandpflanzen einer Wüste unter der glühenden Sonne der Tropen und jenen, die am Meeresstrande unter nördlichen Breitegraden wachsen, wenn auch die Arten verschieden sind. Diese gemeinsamen Züge können als Mittel zur Selbsterhaltung für die Pflanzen aufgefaßt werden, und sie kehren auch bei den Pflanzen des Kvitsandes wieder, was um so bemerkenswerter, als es ja zumeist nicht einmal typische Sandpflanzen sind, die diese Vegetation zusammensetzen, sondern wesentlich solche Arten, die eigentlich keinen bestimmten Boden bevorzugen, sondern sich in gewissem Grade den verschiedensten Verhältnissen anpassen können.

Von großer Bedeutung erscheint ein wesentliches Merkmal der Kvitsandpflanzen, die reichliche Bildung von Ausläufern. Sie sind deshalb von Wichtigkeit, weil die Samen teils vom Winde weggetrieben werden, teils in dem lockeren Sande schlecht keimen können. Eine andere Eigentümlichkeit sind die langen Wurzeln, die das Wasser aus den tieferen Schichten entnehmen und die Pflanzen im Boden verankern. Die geringen Oberflächen der Stengel und Blätter schützen vor allzu starker Verdunstung, ebenso die geschützt liegenden Spaltöffnungen und die verdickten Zellen der Außenwände. Fast überall kommen lange Wurzelhaare vor, welche die Sandkörner zu einer Art Futteral um die Wurzeln zusammenschließen. Die rasenartig angehäuften Sprosse schützen den von den Wurzeln fest zusammengehaltenen Sand vor zu starker Sonne und dem dadurch bewirkten Austrocknen. Bei Überschüttung durch Flugsand vermögen manche Arten sich aus dem Sandgrabe durch Streckung der jungen Knotenglieder der Seitensprosse immer wieder zum Tageslicht durchzuarbeiten. So fanden sich z. B. bei der Schmiele mehrere Sproßgenerationen in verschiedenen Höhenlagen. Die Schafgarbe und der kleine Sauerampfer scheinen infolge ihrer reichlichen Verzweigungen verhältnismäßig ausdauernd im Flugsande bestehen zu können.

Indem wir die Resultate der Bemühungen zum Schutze der umliegenden Wege und Wiesen gegen den Flugsand übergehen, wenden wir uns dem letzten Teile der Arbeit zu, der von der Entstehung dieser Miniaturwüste handelt. Auch der Kvitsand muß ursprünglich ein Teil der ihn umringenden Heide gewesen sein, deren Vegetation an dieser Stelle vom Winde zersetzt und endlich vertrieben wurde. Ein solcher Vorgang ist schon öfter beobachtet worden. Ist erst durch ein Loch in der zusammenhängenden Pflanzendecke der Sand an einer Stelle bloßgelegt, so wirbelt der Wind den Sand auf, treibt ihn über die nächste Umgebung hin, wo er die Vegetation überdeckt und tötet. Am Kvitsande lassen sich die verschiedenen Stadien dieser Überdeckung leicht verfolgen. Der Sand lagert sich zuerst besonders in den vielen Vertiefungen der kleinhügeligen Oberfläche ab, die vor dem Winde am besten geschützt sind. Sind diese Vertiefungen ausgefüllt, so ragen die Hügelchen mit ihrer Vegetation als Inseln aus dem Sande hervor; ihre Anzahl wird immer kleiner, je näher der großen Sandfläche, wo der Sandflug am stärksten ist. In diesen Teilen der Heide tobt ein harter Kampf. Am frühesten unterliegen das Katzenpfötchen, die niederliegende Azalea, überhaupt solche Pflanzen, die mehr vereinzelt und zufällig in der Heide vorkommen. Sehr viel besser besteht dank ihrem reichverzweigten, im Sande verborgenen Stammsystem die Krautweide (Salix herbacea) den Kampf; in einigem Abstande vom Sandfelde sucht man sie

*) Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Bd. 44 (1906), Heft 3 u. 4.

selten vergebens. Zu den Veteranen im Streite, die am längsten Widerstand leisten, gehören die Zwergbirke, der Wacholder, einige Weiden, seltener die Ruchbirke und die Kiefer. Häufig stecken sie völlig in Sandhügelchen, aus denen nur die jüngeren Äste hervorschauen. Reste der Heidevegetation in der Hügelregion des Kvitsandes zeigt unsere Abbildung.

Als eine merkwürdige Anpassung im Daseinskampfe ist die **Cauliflorie** oder **Stammbürtigkeit** aufzufassen, jene eigentümliche Erscheinung, bei welcher Blüten am Stamme oder an älteren Ästen erscheinen, ohne in der Achsel eines Blattes zu sitzen. Ruhende axilläre Knospen entwickeln sich nämlich nach mehreren oder vielen Jahren weiter und entfalten, die Rinde durchbrechend, ihre Blüten frei. Einen Beitrag zur Erklärung dieser eigentümlichen Erscheinung versucht Prof. Dr. G. **Copriore** aus Catania zu geben. *)



Ein caulifloren Baum, Parmentiera cereifera, in Frucht.

Die Cauliflorie führt uns in den Daseinskampf der Pflanzenwelt in längst vergangenen geologischen Epochen zurück; sie bestand schon in der Urzeit der Lebewelt, im Paläozoikum, als die Temperatur des Erdballes höher als jetzt und das Klima infolge der häufigen Regengüsse zugleich feucht und warm war. Damals mußten die Pflanzen sich derart gestalten, daß Blüten und Blätter vor den heftigen Niederschlägen in gebührender Weise geschützt waren, die Blätter durch besondere Gestaltung und Zerteilung ihrer Spreiten, die Blüten dadurch, daß die Blätter oberhalb des Blütenstandes zahlreicher als unterhalb desselben standen.

Dieselben Klimaverhältnisse herrschten auch noch in den folgenden Perioden, wie im Perm, in der Trias, im Jura und in der Kreidezeit, während deren die Pflanzen die gleichen Anpassungen gegen heftige Regengüsse aufweisen. In diesen Perioden, in denen die Gymnospermen (Nadelhölzer, Palmfarne) zuerst erscheinen, waren die Blüten- und Fruchtstände kegelförmig gestaltet. Die Zapfenform bildete, wie bei den heutigen Nadelbäumen, ein vorzügliches Schutzmittel gegen Regenwasser und Feuchtigkeit.

In dieser Überfülle von Feuchtigkeit sich zu erhalten, gelang den Pflanzen mit Hilfe mannigfacher Anpassungen, z. B. der aus dem Wasser in die Luft hineinragenden Atemwurzeln, der das Wasser schnell ableitenden langen Träufelspitzen an den Blättern, der Bildung sogenannter Synkarpien, d. h. der verwachsenblättrigen Früchte, die bei zahlreichen Familien auftreten, und auch der stamm- und astständigen Blüten. Daß letztere besser als die an den Zweigspitzen auftretenden Blüten gegen die schädigenden und zerstörenden Wirkungen der Regenflut geschützt waren, leuchtet ohne weiteres ein. Wenn daher beide Arten von Blüten, stammständige und gewöhnliche blattachselständige, an derselben Pflanze auftraten, so hatten erstere mehr Aussicht, erhalten zu bleiben und sich zu Früchten auszubilden als letztere; die Eigenschaft der Cauliflorie konnte sich also allmählich vererben, und daß sie dazu Zeit hatte, erhellt aus dem Alter ihrer Ausbildung.

Von den 54 Familien mit caulifloren Vertretern erschienen 22 in der Kreide, drei im Eozän und zwei im Oligozän. Von den 126 caulifloren zweikeimblättrigen (dikotylen) Arten gehören 20 zur Oberkreide, vier zum Paläozän, sechs zum Eozän und 13 zum Oligozän. Sämtliche Arten stammen aus immer feuchten, warmen Gegenden. Die Pflanzen der Regenwälder mit ihren verschiedenartigsten Vorrichtungen, sich vor dem starken Regenfalle zu schützen, konnten diese Anpassung nur erreichen, weil sie infolge ihres geologischen Alters Zeit genug zu ihrer Ausbildung hatten.

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 6 (1907), Nr. 32.

Es fragt sich nun nur noch, wie kam es überhaupt zum ersten Auftreten von Stamm- und Astblüten? Viele Versuche, z. B. an stark zurückgeschnittenen Weinstöcken und Limonenbäumen, an geköpften indischen Mangobäumen, an der als indische Feige bezeichneten Opuntie, haben gezeigt, daß derartige Verletzungen zum Hervortreten stammbürtiger Blüten und Früchte führen. Da nun aber die Wirkungen der Verletzung allein als Ursache der Cauliflorie bei der Rebe und Limone nicht angesehen



Mistelbusch auf einem Fichtenast. (v. Tubeuf photogr.)

werden können, so muß nach einem anderen Grunde geforscht werden, weshalb die als Adventivknospen*) zu betrachtenden stammbürtigen Blüten erst nach langer Zeit zur Entwicklung kommen.

Hier kommt ein anatomischer Grund in Betracht, nämlich das Vorhandensein großer Markstrahlen, durch welche die adventiven Knospen der Holzpflanzen mit dem Markgewebe in Verbindung treten. Wenn nun durch verletzende Wirkungen, z. B. durch die elementare Wucht des tropischen Regenfalles, die Laubkrone mit den Blütenknospen beschädigt und damit die transpirierende Fläche vermindert war, so mußte das emporgehobene Wasser im Stamme nach den Adventivknospen streben und sie zur Entwicklung bringen. Tritt nun zu den beiden genannten Faktoren noch die Vererbung hinzu, so ist leicht einzusehen, weshalb die Cauliflorie bei uns eine seltene, in den Tropen eine häufigere Erscheinung ist. So verbleiben echt cauliflore Pflanzen denn auch cauliflor, wenn sie aus tropischen in gemäßigte Gegenden eingeführt werden.

*) Als adventiv bezeichnet man Knospen, die nicht in regelmäßiger Abhängigkeit von der Blattstellung angelegt werden, sondern regellos an älteren Pflanzenteilen auftreten, also Wurzelbrut, Stockausschlag und auch, obwohl nicht ganz mit Recht, die sogenannten Schlafaugen am Stamme.

Eine wohl selten selbstgewählte, meistens dagegen ihnen aufgedrängte Schwierigkeit im Kampfe ums Dasein haben die sogenannten „Überpflanzen" zu bestehen, über welche ein Artikel der „Gartenflora" eine hübsche, durch eine Anzahl neuer Tatsachen illustrierte Übersicht gibt.*)

Während in tropischen Gegenden die Überpflanzen, die wir nicht mit den echten Schmarotzern verwechseln dürfen, für das Leben und Gedeihen auf ihren luftigen Standorten besonders eingerichtet und ausgerüstet sind, bisweilen so genau, daß ihnen das Fortkommen auf dem Erdboden unmöglich geworden ist, besitzen in den gemäßigten Strichen Europas die stellenweise gar nicht seltenen „Gelegenheitsüberpflanzen" keinerlei Anpassungen an ihren erhabenen Standort, wenigstens sind bisher kaum solche nachgewiesen. Es handelt sich hier um Gewächse, die unter normalen Umständen im Boden wurzeln und durch irgend einen Zufall auf die Krone gewisser Bäume gelangt sind, zumeist durch Übertragung ihrer Samen, die sich hier dann entwickelt haben. Da die Wasserversorgung bei diesen Pflanzen eine wesentliche Rolle spielt, so trifft man derartige Überpflanzen am häufigsten in feuchten Wäldern oder in der Nähe von Gewässern, meistens auf Kopfweiden, jedoch auch in Astgabeln und Rindenspalten anderer Bäume, wo heraufgewehter Staub einen Boden zum Keimen geschaffen hat.

In Ausnahmefällen kommen solche Überpflanzen auch auf Bäumen an trockeneren Orten fort. So wurden im Sommer 1902 auf den Robinien der Wilhelminenstraße in Darmstadt 20 verschiedene Pflanzenarten als Überpflanzen gezählt, die bis zu 30 Exemplaren auf einem Baume beisammensaßen. Darmstadt hat anerkanntermaßen nicht nur ein verhältnismäßig trockenes Klima, sondern diese Robinien stehen noch dazu auf einem der höchsten Punkte der Stadt.

Wenn auch im allgemeinen die für ihren luftigen Standort wenig oder gar nicht ausgerüsteten außertropischen Überpflanzen verständlicherweise in ihrer Entwicklung nicht selten zurückbleiben, so gibt es doch auch Ausnahmen in dieser Hinsicht. In der Umgegend von Klagenfurt wurde der Wasserdarm (eine Mierenart) auf Robinien $1^1/_2$ Meter lang herabhängend und reichlich mit Blüten besetzt angetroffen. In Darmstadt fühlte sich das Springkraut (Impatiens parviflora), in Beständen von 20 bis 30 Exemplaren auf Robinien sitzend, äußerst wohl, gut ein Drittel der Anzahl blühte. Ebenda wurde ein kräftiger Fliederbusch von etwas über 1 Meter Höhe und ein schwarzer Hollunder von nahezu 1 Meter beobachtet. Vom mittleren Neckar wird über viele Fälle durchaus normalen Wachstums berichtet: ein Hollunderstrauch war gegen 2 Meter hoch; Bittersüß (Solanum dulcamara) fand sich in großen mehrjährigen Stauden vor, deren Stengel unten eine Dicke von 2 Zentimetern aufwiesen. Der Hohlzahn (Galeopsis) war bis 1 Meter hoch und reich verzweigt gewachsen; Schöllkraut stand in dichten Büscheln. Auf einer alten verwitterten Kopfweide im Galizischen war eine

*) Gartenflora, 56. Jahrg. (1907), Heft 20.

Birke bis zu 1 Meter Höhe gediehen, als ein Forscher ihrem Weitergedeihen ein Ziel setzte. In Vorpommern fiel eine Eberesche, die ihrem Hausherrn, einer Kopfweide, mehrere Meter über den Kopf gewachsen war, der Anlage eines Entwässerungsgrabens zum Opfer. Eine vollständig ebenmäßig entwickelte Wermutskiefer von $^1/_3$ Meter Höhe mit drei Wirteln wurde auf einer Darmstädter Robinie viel bewundert.

Nach der Art, wie die Samen der Überpflanzen auf ihren Standort gelangen, hat Prof. Loew sechs Klassen solcher Gewächse unterschieden. Die erste Klasse, zu der unsere Beerensträucher, auch Vogelbeeren, Geisblatt, Nußarten gehören, umfaßt jene Pflanzen, deren Früchte Tieren zur Nahrung dienen, wobei die Samenkerne mit den Exkrementen unbeschädigt wieder ins Freie gelangen. Bisweilen handelt es sich auch um Samen oder Früchte, die von Eichhörnchen und Vögeln verschleppt und vergessen sind, Eicheln, Nüsse und dergleichen. Die zweite Klasse umfaßt Pflanzen, deren Früchte sich vermöge gewisser Klett- und Haftvorrichtungen im Pelze oder Gefieder der Tiere festsetzen und so von ihnen auf die Bäume getragen werden, wie Klette, klebriges Labkraut, Nelkenwurz, Hohlzahn. Eine weitere Gruppe läßt ihre Samen mittels Haar- und Federkronen durch den Wind auf den luftigen Wohnsitz befördern, während die vierte Klasse so leichte Samenkörner hat, daß es eines besonderen Flugapparats bei ihnen nicht bedarf. Zu letzteren gehören die Farnkräuter, manche Mieren, die Brennessel, Schafgarbe, Beifuß u. a.

Zu einer fünften Gruppe lassen sich die Pflanzen zusammenfassen, deren Früchte, wie beim Storchschnabel und Sauerklee, mit Schleudervorrichtungen ausgestattet sind. Es erscheint freilich fraglich, ob solche Gewächse ihren Standort auf Bäumen lediglich ihrem Schleudermechanismus verdanken; häufig wird auch bei ihnen wohl Verschleppung durch Tiere vorliegen.

Die letzte Gruppe wird von jenen Überpflanzen gebildet, über deren Verbreitungsweise wir nichts Bestimmtes wissen. Merkwürdigerweise gehören zu ihnen einige der am häufigsten auftretenden Epiphyten, so der Waldkerbel, der Waldziest, das weiche Labkraut und einige andere.

Das Aufsuchen und Beobachten der Überpflanzen gewährt dem Naturfreunde großes Vergnügen, um so mehr, als er damit die Forschung nach etwaigen noch unbekannten Anpassungen seiner hochgestiegenen Freunde verbinden kann.

Von echten Parasiten besitzen wir in Deutschland nur die Mistel, der sich weiter südwärts die Riemenblume anschließt. Sie kommt auf Laubhölzern, Kiefern und Tannen vor; dagegen waren Mistelstandorte auf Fichten bisher unbekannt. Erst kürzlich hat der Forstbotaniker Dr. von Tubeuf sie auch mit Bestimmtheit in Tirol auf einer solchen nachgewiesen. Der Same, aus der diese Fichtenmistel hervorging, stammte wahrscheinlich von einer Kiefermistel.*) Nach Nobbes Ansicht rührt die Seltenheit der Mistel auf der Fichte daher, daß die Beeren daselbst schlecht haften. Die Mistelsamen werden von Vögeln, besonders Drosseln, welche die Früchte fressen, entweder mit dem Schnabel an den Baumzweigen abgestreift oder im Kote abgesetzt. Sie keimen dann und bilden Würzelchen, die durch die Rinde in den Stamm dringen und der Mistel die nötige Nahrung aus den Säften der Wirtspflanze zuführen.

*) Naturw. Zeitschr. f. Land- und Forstwirtsch., 1906, Heft 8. — Die Umschau, 10. Jahrg., Nr. 50.

Dr. von Tubeuf glaubt dagegen, daß das Haften der klebrigen Samen auf den horizontalen, kammförmig nach beiden Seiten benadelten Fichtenzweigen keine große Schwierigkeit biete, daß es dagegen der Wurzel sehr schwer falle, die Rinde zu durchbrechen, und daß auch die starr benadelten



Mistelkeimlinge von Kiefern, *a* Same mit einem, *b* mit zwei Embryos, *c* letzterer im Durchschnitt.

Fichtenzweige sowohl zum Sitzen als auch zum Abwetzen des mit Mistelbeeren behafteten Schnabels für die Drosseln wenig einladend seien.

Wenn die Mistel nun aber auf der Fichte doch vorkommt, so mögen, wie Dr. Lenz meint, besondere Anhaftungsverhältnisse vorliegen. Eine Möglichkeit des Gedeihens wäre z. B. gegeben, wenn beerenverschleppende Vögel beim Abwetzen des Schnabels an stärkeren Ästen diese verletzten; dann könnte das Würzelchen gewiß leichter das neugebildete und zartere Wundgewebe durchbrechen. Solche Verletzungen wären wieder mehr wahrscheinlich, wenn bei der Verbreitung der Mistel größere Vögel, die zugleich gern an Fichten aufbaumen, beteiligt wären. Als solche kämen Dohlen, Krähen, vielleicht auch Eichelhäher in Betracht. Leider sind wir über die Verbreiter der Mistelbeeren noch viel zu wenig unterrichtet, und es wäre für Vogelkenner, besonders solche, die als Forstleute oder Jäger viel in der Natur beobachten können, eine interessante Aufgabe, diese Verbreiter einmal festzustellen.

Nach dem Standorte unterscheidet Tubeuf drei Varietäten der Mistel, die jedoch nach den Beobachtungen von C. Hecke durch zahlreiche Übergänge verbunden sind.*) Der feststehende Unter-

*) Naturw. Zeitschr. f. Land- und Forstwirtschaft., 1907, Heft 5.

schied zwischen Laub- und Nadelholzmistel scheint in der Zahl der Keimlinge des Samens zu liegen. Die Laubholzmistel besitzt in der Regel Samen mit zwei Keimlingen, so daß die Form des Samens herzförmig ist. Selten befindet sich nur ein Keimling in dem dann ovalen Samen, noch seltener



Ein Teil des Querschnittes durch die Frucht des Taumellolchs (200fach vergrößert). *p* Pilzschicht; *a* eiweißhaltige Zellen; *s* Stärkezellen.

Taumellolch. Ähre in natürl. Größe.

sind drei Keimlinge, wodurch dann der Same dreikantig wird. Die Nadelholzmistel besitzt nach Heckes Beobachtungen stets Kerne mit nur einem Keimling. *) Hauptsächlich auf Grund dieser Verschiedenheit wurde die Nadelholzmistel auch als eigene Art aufgestellt (Viscum austriacum Wiesb.). Apfelmisteln, von Hecke auf Tannen gesät, keimten zwar und erhielten sich durch Aufsaugen von Nährstoffen aus der Wirtspflanze eine Weile am Leben, dann aber wurden sie durch die Bildung einer Korklage seitens der Nährpflanze am weiteren Vordringen gehindert und vertrockneten schließlich. Dagegen wuchs die Apfelmistel auf Laubbäumen, namentlich auf der Pappel, leicht an. Es besteht also tatsächlich eine Spezialisierung des Schmarotzers in mehrere, verschiedenen Wirtspflanzen angepaßte Variationen.

Wie eng und alt eine solche Vereinigung zwischen Schmarotzer und Wirtspflanze sein kann, zeigt das Beispiel des Taumellolchs (Lolium temulentum), einer Grasart, deren Mehl, in größerer Menge dem Getreidemehl beigemischt, schon epidemische Krankheiten erzeugt hat. Die Lolchkörner enthalten zwischen Samenschale und Kleberschicht stets ein dickes Geflecht von Pilzfäden, die schon in den jungen Embryo des Samens aus der Mutterpflanze einwandern und die aus dem Samen erwachsende Pflanze nicht mehr verlassen. So vegetiert der Pilz, ohne jemals Fortpflanzungsorgane anzulegen, von einer Generation zur anderen durch die Jahrtausende; denn selbst bei Samen des Lolchs aus ägyptischen Königsgräbern, die mindestens ein Alter von 4000 Jahren besitzen, wurde diese Pilzschicht gefunden. Die Taumellolchsamen besitzen ein giftiges Alkaloid, und daher vermuteten die Entdecker des Pilzmycels, der Pilz möchte die Ursache der Giftigkeit der Taumellolchsamen sein. Es ist bisher allerdings nicht gelungen, den Pilz aus den Samen heraus zu kultivieren. E. Hannig versuchte deshalb, diese Frage durch Aufziehen pilzfreier Loliumpflanzen und Vergleich dieser mit pilzhaltigen zu entscheiden. *)

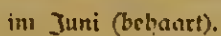
Hannig versuchte zuerst, pilzfreie Pflanzen zu bekommen, indem er die Samenkeime oder Embryonen ohne das Nährgewebe auf einer Zuckerlösung kultivierte. Aber die daraus gezogenen Pflanzen und Früchte waren sämtlich verpilzt. Nun prüfte er dünne Querschnitte von Körnern unter dem Mikroskop und brachte von denen, die auf dem Schnitte den Loliumpilz nicht zeigten, den Embryo mit einem Teile des Endosperms (Zellgewebes) zum Keimen. Die Früchte der so gezogenen Pflanzen erwiesen sich alle als völlig pilzfrei. Samenproben aus Cambridge, die angeblich einen größeren Prozentsatz pilzfreier Körner enthalten sollen, lieferten tatsächlich bis zu 30 Prozent unverpilzter Samen, deren Aussaat durch vier Generationen im freien Lande nur pilzfreie Früchte ergab; eine Neuansteckung mit dem Pilze von außen her erfolgte also nicht.

Da nach den mühsamen Untersuchungen Hannigs das Alkaloid nur in den pilzhaltigen Körnern vorhanden war, so ist der Schluß erlaubt, daß die Giftigkeit der gewöhnlichen Körner des Taumellolchs durch die Anwesenheit des Loliumpilzes bedingt ist.

Interessant ist die Frage nach der Verbreitung dieses Schmarotzers im Taumellolch. Nach den ersten Untersuchungen hatte es geschienen, als ob die Früchte des Lolium temulentum durchweg vom Pilze infiziert seien. Man fand ihn in Körnern aus Bolivia, Chile, Brasilien, Abessinien, Afghanistan, Persien, Syrien, vom Kap der Guten Hoffnung und der Insel Kreta, aus Dalmatien, Spanien, Portugal und Schweden. Nur unter französischem Material entdeckte man drei Früchte ohne Myzelschicht. Erst Freemann fand einen größeren Prozentsatz pilzfreier Früchte, der aber nach den verschiedenen Lokalitäten stark schwankte. Am meisten pilzfreie Früchte enthielten die Samenproben von Upsala und Cambridge. Die Frage, ob solche Samen von ganz pilzfreien Pflanzen stammen oder von pilzhaltigen, bei denen einzelne Früchte nicht verpilzt sind, beantwortete Hannig auf Grund genauer Untersuchungen dahin, daß an verpilzten Pflanzen durch Rückschlag pilzfreie Früchte auftreten, daß anderseits aber auch erblich pilzfreie Rassen existieren. Wodurch die größere oder geringere Zahl pilzfreier Samen an verpilzten

*) Diese Beobachtung trifft wahrscheinlich nur für gewisse Gegenden zu. Ich habe in der Hasenheide bei Berlin jahrelang Misteln beobachtet und ihre Samen zu Hause zum Keimen gebracht. Sie waren sämtlich von Kiefern und es befanden sich, wie ich jetzt noch nach Zeichnungen feststellen kann, ein- und zweikeimige darunter. H. B.

*) Botan. Zeitung, 65. Jahrg. (1907), 1. Abt., Heft 2.

im Juni (behaart).



im August (kahl).

Die Heidewicke.

Coliumpflanzen bedingt ist, läßt sich nur vermuten. Möglich, daß das Gewebe des Vegetationspunktes des Embryo verschieden widerstandsfähig gegen das Eindringen des Pilzes wäre, was entweder auf klimatischen Einflüssen oder auf Verschiedenheit der Rassen beruhen könnte.

Eine hübsche Anpassung im Daseinskampfe bildet der Saisondimorphismus, die Verschiedengestaltigkeit nach der Jahreszeit, eine nicht seltene Erscheinung, für die schon früher mehrere Beispiele gegeben sind. (Jahrb. II, S. 179, und IV, S. 172). Neuerdings hat Prof. Gregor Kraus ein weiteres in der Orber Wicke (Vicia Orobus D. C.), einem Schmetterlingsblütler, entdeckt, der in Deutschland zuerst im Spessart vor 100 Jahren bei der Stadt Orb aufgefunden wurde und außerhalb des Spessarts nur noch in Nordwestschleswig zwischen Eichengesträuch und auf Heidefeldern vorzukommen scheint.*) Prof. Kraus entdeckte vier Stunden von Orb entfernt einen neuen Standort der Pflanze und stellte durch Vergleich dieser mit der von Orb fest, daß die Heidewicke unter Umständen ein anderes Aussehen gewinnen kann.

Die Orber Pflanze kommt in ihrer Hauptmasse auf einer Wiese vor und blüht dort im Juni. Diese zottig behaarte Normalpflanze wird noch in der Blüte beim Heumachen abgemäht. Die stehen gebliebenen oberirdischen oder die unterirdischen Stummel der Pflanze treiben mit dem zweiten Triebe der übrigen Wiesenpflanzen neue Stengel, die dann gewöhnlich im August auch zum zweitenmal blühen. Diese zweiten Triebe sind völlig kahl. Neben ihnen erhalten sich in den Hecken, von der Sense verschont, Exemplare aus dem Juni, die natürlich Früchte tragen.



Grundriß des aus drei Stämmen zusammengewachsenen Riesenbaumes von Eule.

Ein Versuch an dem neuen Standorte zeigte, daß nach dem Abschneiden der behaarten blühenden Triebe in der Tat neue, gänzlich kahle gebildet werden. Prof. Kraus bezeichnet die Erscheinung als Heterotrichie, Verschiedenbehaarung.

*) Verhandl. d. phys. mediz. Gesellsch. in Würzburg, Bd. 38, Nr. 7.

Ihre Bedeutung liegt darin, daß die im Frühjahrsbeginn rasch wachsende und ihre Umgebung überragende Pflanze zum Schutze gegen zu starke Besonnung und Wasserverlust der Behaarung bedarf, beim zweiten Austrieb aber langsamer wächst und nicht mehr über ihre Umgebung hinausragt, so daß ein Haarschutz sich erübrigt. Auch Form und Größe der Blättchen sind bei den Vorsommer- und den Hochsommerpflanzen verschieden: während die Junitriebe lanzettliche Blätter haben, nähern sich die der Augustform mehr der Eigestalt.

Eine der bewährtesten Anpassungen im Kampfe ums Dasein ist das enorme Lebensalter, das manche Pflanzen zu erreichen vermögen. Wenn auch derartige Uralten in der heißen Zone und ihrer Nachbarschaft nicht völlig fehlen, so beruht die Form des Riesigen in diesen Gegenden doch mehr auf der Schnellwüchsigkeit als auf der langen Lebensdauer. In den gemäßigten Gürteln des Erdballes treten uns die eigentlichen Vertreter hohen Alters, die Mammutbäume Kaliforniens, die Sumpfzypressen Floridas, die Eibengreise der alten Welt, die sogenannten „tausendjährigen" Eichen und ähnliche ehrfurchtgebietende Gestalten entgegen (s. auch Jahrb. IV, S. 167 ff.).

Die erstaunliche Dicke mancher Baumriesen, die uns auf ein sonst von keinem Organismus erreichtes Lebensalter schließen läßt, beruht jedoch, wie schon mehrfach nachgewiesen ist, bisweilen auch auf Verwachsung mehrerer Stämme zu einem. So weist der Botaniker Dr. Otto Kuntze auf Grund eigener Untersuchung in Mexiko nach, daß die berühmte Riesenzypresse von Tule ein Drilling ist.*) Bei seinem Besuche in dem Örtchen Tule bei Oaxaca fand er den Baum völlig lebensfrisch, also nicht wie das halb abgestorbene Exemplar derselben Pflanzenart (Taxodium mexicanum) in Popotla bei der Hauptstadt Mexico, den berühmten Arbol de la Noche, unter dem Cortez in der Nacht des 1. Juli 1520 nach Vertreibung der Spanier aus Mexiko geweilt haben soll. Das ist die Zypresse Montezumas, die nach Humboldt 36, jetzt 44 Fuß Umfang hat, also trotz Altersschwäche kaum 5 Meter Durchmesser besitzt. Im Parke von Chapultepec, der jetzigen Residenz des Präsidenten von Mexiko, stehen noch manche lebensfrische Exemplare; sie haben aber mehr den Habitus der italienischen Pappel und verzweigen sich gern in 2 bis 4 Meter Höhe mit aufrechten Ästen, so daß der Stamm dann in 3 Meter Höhe etwas breiter wird und durch die Gabelungen Furchen erhält.

In Tule kommen noch einige angepflanzte Exemplare vor in der Nähe der Riesenzypresse. Sie sind ebenso hoch und lebensfrisch wie der in-



Der Eibenbaum auf der Wanderschaft.

*) Deutsche Rundschau f. Geogr. u. Statist., 29. Jahrg., Heft 7. Der um die Systematik und Nomenklatur der Pflanzen sehr verdiente Botaniker ist leider Anfang 1907 in San Remo gestorben.

mitten stehende dickste Baum, aber ihre runden Stämme sind nur 5 Meter dick bei 15·5 Meter Umfang. Dagegen bildet der immer nur allein genannte „dickste" Baum gar keinen regelmäßigen runden Stamm, sondern besteht aus drei in einem Dreieck angepflanzten Bäumen, die später zu einem im Durchschnitt nierenförmigen Komplex verwachsen sind, der eine breitere Vorder-, eine stark ausgebuchtete Hinterseite und zwei stumpfe Schmalseiten zeigt. Außerdem sind die einzelnen Teilstämme oft wie die wilden Exemplare tief gegabelt und gefurcht, so daß der Drillingsbaumstamm außer der großen Ausbuchtung noch viele kleinere Einfurchungen zeigt und am Grunde schmäler ist als in 4 bis 6 Meter Höhe, wo die beginnenden Gabelungen ihn breiter machen. Mißt man ihn mit einem um den Baumkomplex straff gezogenen Bindfaden, also ohne die Einbuchtungen, so ergeben sich 1½ Meter über dem Erdboden nur 35·60 Meter Umfang = rund 11 Meter Durchmesser. Die Höhe des Baumes beträgt etwa 36 Meter.

Wäre es nicht ein Drillingsbaum, so müßte er bei 11 Meter Dicke, da er vollständig lebensfrisch ist, mindestens doppelt höher sein, als die benachbarten gleich hohen, aber nur 5 Meter dicken Bäume. Auch der sich kreuzende Verlauf der Wurzeln beweist die Verwachsung mehrerer Bäume. Es kann also gar kein Zweifel sein, daß dieser „dickste" Baum nur ein im Stamme zusammengewachsener und ursprünglich angepflanzter Drillingskomplex ist. Später ist hier der spanische Kirchhof mit der Kirche angelegt worden.

Auch die sehr starken Eiben, die sich hie und da in Deutschland und Großbritannien finden, sind in manchen Fällen nachweisbar aus mehreren Stämmen zusammengewachsen und werden dann selbst von noch bei weitem nicht so dicken einfachen an Höhe beträchtlich übertroffen. Dennoch verdienen sie auch dann die Achtung und die Schonung, die man ihnen zumeist angedeihen läßt. Um eine solche alte Eibe zu erhalten, ist im Jahre 1907 ein kühnes Transportkunststück zu Frankfurt a. M. vorgenommen worden. Hier beherbergte der alte botanische Garten der berühmten Senckenbergischen Stiftung einen der ältesten Eibenbäume Deutschlands, dessen Alter zwischen 500 und 700 Jahre geschätzt wird. Da das Terrain des Gartens für andere Zwecke bestimmt wurde, so mußte er fallen oder — auswandern. Aus Pietät gegen den Baum und den Stifter des Instituts beschloß man, den 20 Meter hohen Baum in den neuen botanischen Garten überzusiedeln. Nachdem die Vorarbeiten hiefür bereits vor drei Jahren eingeleitet und u. a. die Wurzeln um 2 Meter eingestutzt waren, konnte Ende Mai 1907 der Transport nach dem neuen, 2 Kilometer entfernten botanischen Garten begonnen werden. An den Wurzeln haftete, von Brettern kastenförmig eingefaßt, ein Erdballen von 4 Meter Länge und Breite und 1·8 Meter Höhe, mit dem Baume selbst fast 900 Zentner Gewicht darstellend. Es war also, da solche Last für Räder zu schwer, der Transport nur auf Rollen mittels zweier vorgespannten Straßenwalzen möglich, was einen Zeitraum von etwa vier Wochen und einen Aufwand von 20.000 Mark erforderte. *)

*) Die Umschau, Bd. 11 (1907), Nr. 25.

Im Reiche des Faunus.

(Zoologie.)

Im afrikanischen Urwald. * Aus Europas Wirbeltierwelt. * Aus der Vogelwelt. * Sinne und Intellekt im Tierreich. * Insektenleben.

Im afrikanischen Urwald.

Wie unerschöpflich an neuem, reizvollem Beobachtungsstoffe die Tierwelt der heißen Zone ist, beweisen die Mitteilungen, die Prof. Dr. J. Vosseler aus dem Leben ostafrikanischer Säuger gibt. *) Sie verdanken ihren Ursprung großenteils einem kleinen, von Prof. Vosseler in Amani gepflegten Tierpark wechselnden Bestandes und dreijährigen Beobachtungen an Tieren seines Wohnortes, des Urwaldes von Ostusambara.

Eine Begegnung des Menschen mit dem Löwen, der allerdings den eigentlichen Urwald zu meiden scheint, verläuft meistens recht harmlos in Ostafrika, so daß der Neger sogar den Löwen in der Hauptsache für nützlich erklärt, da er ihm die so verheerenden Wildschweine vertreibt. Einige Beispiele Vosselers aus jüngster Zeit bestätigen dies Benehmen. Der Leiter der Pflanzung Mombo erging sich eines Abends waffenlos am Steppenrande, fand das dürre Gras daselbst überflüssig und zündete es an. Mit dem ersten Knistern der Flamme tauchte plötzlich neben der noch das Streichholz haltenden Hand der Kopf eines mächtigen Löwen auf, der offensichtlichen Unwillen über die Ruhestörung verriet, sich jedoch nur ärgerlich knurrend ins Dickicht zurückzog, den vor Schrecken starren Leiter kaum eines weiteren Blickes würdigend.

In Westusambara wachte ein altes Negerpärchen unter einem Grasschutzdache eine Nacht hindurch beim Feuer im Felde, um die Ernte vor Wildschweinen zu schützen. Gegen Mitternacht erscheint ein Löwe, setzt sich jenseits der verglimmenden Glut den Leutchen gegenüber und erhält bald die Gesellschaft seiner besseren Hälfte. Ergeben erwarten die Schwarzen ihr unvermeidlich scheinendes

*) Zoologischer Beobachter, 48. Jahrg. (1907), Heft 6—8.

Schicksal. Die Löwen schauen sich dann und wann an, belecken sich, knurren, machen zögernd Miene vorzugehen, bleiben aber doch auf ihrem Platze. Erst mit Tagesgrauen ziehen sie sich in die Wildnis zurück, ohne ihrem Gegenüber ein Leid getan zu haben. Das Negerpaar hatte während der Stunden der Todesangst jeden Ton und Blick ihrer ungebetenen Gäste sorgsam gedeutet und in ihre Sprache übersetzt. Rieb z. B. die Löwin ihren Kopf an ihrem Gebieter mit einem Blicke auf das Negerweib, so flüsterte die Frau ängstlich ihrem Manne zu, daß jetzt der Löwe aufgefordert worden sei, sie zu holen. Die lange Unterhaltung endete mit der drolligen Auslegung der letzten Bewegungen der Löwen vor ihrem Weggange: So alte und magere Menschen seien ein viel zu schlechtes Fressen für Löwen.

Der Schwarze fürchtet den Löwen selbstverständlich, unterscheidet aber genau von den verhältnismäßig harmlosen geselligen die sogenannten Menschenfresser, d. h. alte, zum Jagen zu schwach oder zu langsam gewordene Einsiedler, die der Hunger auf den ja so leicht erreichbaren Menschen treibt. Solche Tiere plündern dann die Herden und werden zu Einbrechern, scheuen auch vor dem Europäer nicht zurück. Drei Weiße hatten einen Wagen der Ugandabahn abseits von einer Station schieben lassen, um darin auf einen solchen Räuber zu warten. Während zwei schliefen, sollte einer auf dem Anstand bleiben. Lange zeigte sich nichts; der gerade zur Wache bestimmte Jäger war offenbar eingenickt. Plötzlich erwachten die beiden anderen infolge einer starken Erschütterung des Wagens und erblickten den Löwen mit dem Körper ihres Gefährten darin, ohne etwas anderes zu vermögen als zuzusehen, wie die Bestie mit dem offenbar Toten durchs Fenster sprang und sich in der Steppe verlor. Trotz alles Suchens fand sich keine Spur von dem Getöteten mehr vor.

Der Löwe ist im Tiefland von West- und Ostusambara so häufig, daß z. B. die Straße von Mombo nach Korogwe nach einer Regennacht seine Fußspuren in solcher Menge zeigen kann, als ob ganze Herden darauf getrieben worden seien. Auf das Plateau des Gebirges steigt er nur ausnahmsweise empor.

Herzog Adolf Friedrich von Mecklenburg-Schwerin, der 1907 eine Reise durch benachbarte Gebiete unternahm, stellte mit seinen Begleitern ebenfalls das häufige Vorkommen des Löwen fest, und zwar in zwei völlig verschiedenen Arten, einer langhaarigen, hellen, schwachgemähnten, und einer kurzhaarigen, dunkleren, sehr stark gemähnten. Von letzterer schoß er selbst ein kapitales Exemplar.*)

Das Urteil über den Leopard ist sehr geteilt; stellenweise wird er mehr, in anderen Gegenden weniger gefürchtet als der Löwe. Es scheint nach zuverlässiger Beobachtung sein Charakter nicht nur individuell verschieden zu sein, sondern auch sozusagen „nach Stämmen" abzuweichen, so daß die Leoparden eines Gebietes verhältnismäßig gutmütig, die eines anderen Bezirkes aber als ungemütliche Kameraden bekannt sind. Eine Eigenart, die Prof. Vosseler vom Löwen nicht erwähnt findet, hat der Leopard, die nämlich, daß er nächtliche Wanderer weite Strecken hin begleitet (wie in unseren Waldungen nachts die Hirsche). Im Urwalde Ostusambaras erlebte er dies zweimal. In 15 bis 20 Schritten Abstand drückte sich das Tier so geschmeidig durch das Unterholz, daß kaum ab und zu das Knacken eines dürren Zweiges oder das Rascheln eines dürren Blattes hörbar wurde. Eine Täuschung war unmöglich, denn der Schein der vom Boy getragenen Laterne zeigte zu oft und deutlich nicht nur das schöngefleckte Fell, sondern auch den Kopf mit keineswegs blutgierig, sondern mehr achtsam vor sich hinblickenden Augen. Von den begleitenden Schwarzen verriet keiner eine Spur von Angst. Auch ohne Boy und Laterne nachts heimkehrenden Europäern in Tanga wurde schon ein solches Ehrengeleite zu teil.

Naive Frechheit und Neugier scheinen bei den Leoparden Ostusambaras die grausame Blutgier anderer Lokalrassen zu ersetzen. Die Frau eines der ersten dortigen Kaffeepflanzer saß mit einer zu Besuch weilenden Dame abends im Zimmer bei offener Tür, als plötzlich auf der Veranda ein großer Leopard erschien, sich aber auf die Schreckensrufe der Frauen hin zurückzog. Der Leopard zeigt sich sehr häufig auch bei Tag oft mitten unter Menschen, wovon Prof. Vosseler allein fünf Fälle in $2^1/_2$ Jahren bekannt geworden sind. Einmal erschien ein ausgewachsenes Exemplar morgens $^1/_2$10 Uhr an der Quelle, an der die Arbeiterfrauen Amanis Wasser zu schöpfen pflegen, mitten unter den lärmenden und schwatzenden Weibern, riß auf ihr Geschrei aus und wurde am nächsten Tage in der Falle gefangen und erschossen. Alle Teile seines Kadavers fanden als Medizin, Amulett oder sonstiges Zaubermittel bei den Negern der verschiedenen Stämme, aus denen sich die Pflanzungsarbeiter rekrutieren, gierige Liebhaber.

Viele Beispiele zeigen, daß der Leopard ungereizt von dem Menschen absteht oder leicht verscheucht wird und andere Beute vorzuziehen pflegt. Das geschah selbst in Fällen, wo die Tiere entschieden sehr hungrig waren, was bei dem geringen Wildreichtum des Urwaldes begreiflich ist. Hundefleisch zieht der Leopard allem andern vor; auch ist er ein geschickter Einbrecher. In der Falle oder angeschossen offenbart er eine ganz grimmige Wildheit und Kraft. Der Schütze muß auf alles gefaßt sein. Mit Zähnen und Krallen richtet die rabiate Bestie ihren Feind grauenhaft zu; doch hat Vosseler von einem Todesfalle als Folge solcher Begegnungen nicht gehört.

Der Leopard pflanzt sich im Urwalde Ostusambaras fort; im Juni und Dezember werden Junge beobachtet oder gefangen. Die Farbe der hier erlegten Tiere war stets sehr hell lichtgelb.

Von den kleineren Raubtieren schildert unser Gewährsmann besonders die Ginsterkatze, den Fleckenroller und das Rüsselhündchen. Es gibt wohl kaum einen gewandteren, flinkeren, vor allem wilderen und blutdürstigeren Räuber als die Ginsterkatze (Genetta pardina). Ihre Beweglichkeit und Lebhaftigkeit läßt sich nur ungefähr mit der der Fischotter beim Tummeln und Spielen im Wasser

*) Unterhaltungsbeilage der Tägl. Rundsch., 1907, Nr. 230.

vergleichen. Am meisten erpicht ist sie auf alles Gefiederte. Schon eine einzelne Feder bringt sie in wilde Aufregung. Wild und neidisch knurrend verteidigt sie ihre Beute. In der Jugend zeigt sie lange nicht den Trieb zum Spielen und Balgen wie die echten Katzen, jeder Laut, jeder sich bewegende Gegenstand lenkt sie sofort davon ab und zwingt sie zu lauern und zu lauschen.

Auch ein gefährlicher Feind aller Vögel und kleinen Säuger, mindestens ebenso beweglich und gewandt wie irgend ein Marder, aber von viel gemütlicherem, drollig lebhaftem Naturell ist der Fleckenroller (Nandinia gerrardi Thos.). Seinen Herrn lernt er früh kennen, ist auch gegen seltenere Besucher liebenswürdig, fordert auch als erwachsenes Tier sofort durch possierliche Bewegungen zum Spiele auf. Manierlich nimmt er die ihm gereichten Bissen, läßt sie sich auch, ohne Zorn, Neid oder Gier zu verraten, wieder wegnehmen und kugelt sich in vergnüglichem Spiele unter der Hand des Gebers, wobei es allerdings leicht zu einigen unabsichtlichen Blessuren kommen kann. Dieses heitere Gebahren überrascht um so mehr, als die merkwürdige fahle Farbe des Auges mit der schmalen, senkrechten Pupille und die nicht gerade schöne Form des Kopfes auf einen blöden oder aber hinterlistigen, verschlagenen Charakter hinzuweisen scheinen. Selbst im Alter scheint der Fleckenroller nicht griesgrämig zu werden.

Etwas weniger bekannt ist das im Gebirge wie im Busche der Steppe nicht seltene Rüsselhündchen (Rhynchocyon petersi), ein Insektenfresser, dessen Äußeres seiner Benennung sehr wenig entspricht. Man könnte ihn als einen „Sammeltypus" bezeichnen, denn die Kopfform mit dem stets vibrierenden Rüssel erinnert an den Tapir, Ohren und Schwanz an eine Ratte, das schöne große Auge und die Grundfarbe des Felles an das Reh und das Mißverhältnis der kurzen Vorder- zu den langen Hinterbeinen an das Känguruh. Das Rüsselhündchen ist ein echtes Tag- und Sonnentier, wird morgens früh munter, läuft den größeren Teil des Tages kreuz und quer trippelnd auf der Suche nach Futter, indem es hier plötzlich heftig in der Erde scharrt und knackend eine Beute verzehrt, dort mit einigen von Gras oder Blättern abgeleckten Tau- oder Regentropfen seinen Durst löscht. Der zierliche, ruckweise Gang weicht im Schrecken und bei Gefahr blitzschnellen, weiten Sprüngen, wobei mit dem Schwanze balanciert wird. In buschigem Graslande war ein russischer Windhund nicht im stande, ein flüchtendes Tier zu erjagen, obwohl es lange kein Versteck fand. Die geistigen Fähigkeiten des Rüsselhündchens sind nicht hoch einzuschätzen. Sie gewöhnen sich wohl ans Haus, weniger aber an eine bestimmte Person. Trotz fast täglicher Erfahrung vermochte ein $1^1/_2$ Jahre alter, fast ganz im Zimmer großgezogener Pflegling den vorgehaltenen Finger nie auf den ersten Blick von seinem Futter zu unterscheiden, sondern attackierte ihn in der gewohnten Weise mit Zähnen und Pfoten, wobei er den Irrtum allerdings bald erkannte. Es sind offenbar „Bezirkstiere", die eine gewisse Umgrenzung nicht gern ohne Not überschreiten, innerhalb derselben sich durch ständiges Suchen und Schnüffeln mit allen Einzelheiten der Umgebung bekannt machen und hier auch ihre Zufluchts- und Lagerstätten haben.

Große Ähnlichkeit im Wesen wie im Äußeren mit dem Rüsselhündchen zeigt die etwas seltenere, ebenfalls im Urwaldgebiete vorkommende Rüsselratte (Petrodromus tetradactylus). Auch sie ist gleich ihrem Verwandten, vielleicht noch mit mehr Recht, als Bezirkstier zu bezeichnen. Überraschend wirkt die Gelenkigkeit der langen, gewöhnlich im Felle versteckten Hinterbeine, mit denen es den ganzen Rücken bestreichen kann und den Pelz bis zur Schwanzwurzel durchkämmt. Dabei kommen ungemein grotesk wirkende Stellungen vor. In häufigen Zwischenpausen der Reinigung greift der Fuß tief in das Ohr derselben Seite, anscheinend zu dem Zwecke, das im Hörgange reichlich abgesonderte Ohrenschmalz als Einfettungsmittel für die Haare zu gebrauchen, was eine ganz merkwürdige Verwendung dieses Sekrets wäre. Der geringste Schrekken veranlaßt die mehr zu nächtlicher Lebensweise neigenden Tierchen jederzeit, mit den Hinterläufen durch rasend schnelles Aufschlagen auf den Boden einen trommelwirbelähnlichen Lärm zu erzeugen, der Hunde und Katzen beim Beschnuppern des Käfigs stets so erschreckt, daß sie eiligst fliehen.

Interessant sind Prof. Vosselers Angaben über die afrikanischen Wildschweine, das Wasser- und das Warzenschwein, die als schlimme Verwüster fast aller Kulturen gewöhnlich rudelweise von der Küste bis weit ins Innere, im Usambara- und Ulugurugebirge bis über 1500 Meter hinauf, auftreten. Das Warzenschwein wird im Urwalde nur ausnahmsweise getroffen, das Wasserschwein benützt bestimmte, meist im dichtesten Unterholze tiefer Schluchten verborgene Lagerstätten als Standorte. So scheu und nervös ängstlich diese Wildschweine einerseits sind, so unglaublich frech zeigen sie sich anderseits, falls es etwas zu plündern gibt; sie kommen dann bis dicht an die Wohnungen der Schwarzen und der Weißen heran. In den Feldern der Neger hauen sie mit Vorliebe Bananen am Boden um, nicht etwa, um die Früchte zu erlangen, sondern um das saftige, gerbstoffreiche Stammfleisch zu genießen, das sie auch in den Ananasfeldern anzieht. Die unreifen oder reifen Früchte beider Pflanzenarten lassen sie unberührt. Dem in Milch stehenden Mais spielen sie ebenso übel mit wie den Maniokwurzeln. Zuckerrohr scheinen sie zu lieben und kauen es genau wie Mensch und Affe aus, ohne das Fasergewebe zu schlucken. Einen wesentlichen Bestandteil ihrer Nahrung bilden die Riesentausendfüße (Spirostreptus), obwohl diese, sobald sie sich gefährdet sehen, ganz abscheulich riechende Säfte absondern. Trotz dieser zugleich sehr scharf und brennend schmeckenden Absonderungen ist kaum eine Schweinelosung zu finden, die nicht massenhaft die verbleichten Ringe der Tausendfüßer einschlösse, gewöhnlich untermischt mit unverdauten Pflanzenfasern und Insektenresten. Das läßt sich um so leichter kontrollieren, als die Losung wohl ausnahmslos an einer immer wieder aufgesuchten Stelle abgesetzt wird, nicht etwa versteckt im Wald, Gras oder Busch, sondern womöglich an einem freien, offenen Platze. Die frechsten Einbrüche, oft

bis in die menschlichen Wohnungen, verüben sie wie unsere Wildschweine in dunklen, regnerischen oder stürmischen Nächten. In Ostafrika steht ihre Vermehrung in einem Abhängigkeitsverhältnisse zur Häufigkeit des Löwen. Mit der fortschreitenden Vertilgung des letzteren nehmen die Wildschweine merklich überhand. Jung liefern sie ein zartes, schmackhaftes Fleisch, das der Alten dagegen ist kaum genießbar.

Vom Nilpferde, das selbst nahe der Küste trotz der zahlreichen Krokodile in den Flüssen nicht selten ist, und vom Elefanten hat unser Beobachter nicht viel Neues mitzuteilen. Wenig bekannt dürfte die Tatsache sein, daß angeschossene Tiere auf der Flucht ihre Wunden mit Lehm verstopfen und verschmieren. Ein Minenbesitzer aus den Ulugurubergen wurde bei der Verfolgung einiger verwundeter Elefanten von dem ihn begleitenden Eingeborenen auf mehrere Abdrücke des Rüsselfingers im lehmigen Boden aufmerksam gemacht und über das Gebaren der Tiere aufgeklärt. Nach Erlegung der vier mit Kopfschüssen flüchtig gegangenen Exemplare stellte es sich in der Tat heraus, daß alle Schußlöcher mit Lehm wohl verstrichen waren. Leider werden die Tiere auch von den Europäern arg mitgenommen. Prof. Vosseler berichtet, daß es vor einiger Zeit einem Offizier der Schutztruppe gelang, mit acht Schüssen ebenso viele starke Tiere zur Strecke zu bringen, wobei noch ein Junges durch die fallende Mutter erdrückt wurde. Der passionierte Jäger hatte sich in einem Sumpfe versteckt, in den die Herde zur Tränke zu kommen pflegte, und hier die Abschlachtung der ahnungslosen Tiere aufs bequemste vollführen können. „Nichtpassionierte" Menschen werden ob dieser Roheit nur verständnislos den Kopf schütteln können.

Von großem Interesse sind Prof. Vosselers Mitteilungen über die ostafrikanischen Affen. Vom Schimpansen, dem einzigen östlich vom Tanganjika im deutschen Gebiete lebenden Menschenaffen, ist bis jetzt nur wenig bekannt geworden. Das erste, 1899 in Gefangenschaft geratene und seit $1^1/_2$ Jahren in Amani befindliche Exemplar lernte Prof. Vosseler als starken, siebenjährigen Burschen von 35 Kilogramm Gewicht und 108 Zentimeter Länge kennen. Sein Benehmen ist „durchaus tadelnswert", es entspricht häufig dem eines übermütigen, groben, oft selbst hinterlistigen Bengels. Seinem Wärter, einem Schwarzen, macht er trotz aller Anhänglichkeit das Leben recht sauer, entwischt ihm bei jeder Gelegenheit und treibt dann allerhand Unfug. Wo Soko anrückt, reißen die Schwarzen, da er sie prügelt und ihnen die Kleider zerreißt, aus. Einen Hauptspaß macht ihm das Trommeln auf Wellblechdächern, das er mit großer Ausdauer betreibt. Nahrungsmittel nimmt er weg, ohne nach den Eigentumsverhältnissen zu fragen. Junge Hunde schließt er sorgsam in seine Arme, ältere müssen ihm gelegentlich zu Übungen im Bockspringen dienen. Bekannte Europäer, für die er ein vorzügliches Gedächtnis hat, begrüßt er mit laut kreischendem Geschrei und vor allem mit einem Handschlag, der auf Holz und Eisen berechnet ist. Ist das Vergnügen des Wiedersehens überwältigend, so trampelt er noch mit den Beinen. Schlimm sind seine nächtlichen Streiche, wenn es einmal gelingt, von der Kette zu kommen; der schlimmste Studentenulk wird dann von Soko überboten. Erst nach stundenlangem Toben und Tollen wird er müde und benimmt sich nun, wieder angekettet, wie ein unschuldiges Lamm, prustet vergnüglich vor sich hin, trotz seines gänzliche Harmlosigkeit vortäuschenden Gesichtsausdruckes unverkennbar innerlich voller Befriedigung über das Gelingen der Streiche. Vor Züchtigung hat er wenig Respekt. Womöglich dreht er den Stiel um, entreißt den Stock und haut nun seinerseits, nicht allzu schwach. Von besonders ausgeprägten intellektuellen Eigenschaften kann nicht gesprochen werden. Er benimmt sich wohl in vielen Stücken menschenähnlich, alles in allem aber ist und bleibt er ein großer Affe. Am liebsten frißt er tropische Früchte und vertilgt erstaunliche Mengen davon, geht aber verschwenderisch damit um. Maniok und Süßkartoffeln schält er wie die Neger, Zuckerrohr zerkaut er sehr gern. Insekten liebt er nicht, wie ihm offenbar auch an Fleischnahrung nicht viel liegt. Er verfolgt aber Geflügel; ob nur zum Spiel oder zum Abwürgen, ist nicht erprobt worden.

Man kann den Schimpansen also einen Vegetarier nennen, und Vegetarier ist, nach einem Berichte von Dr. A. Sokolowsky, zoologischen Assistenten im Tierparke Hagenbeck, auch der Gorilla.*) Auch er nährt sich mit Vorliebe von Früchten verschiedener Art, und da die Reifungsdauer der letzteren verschieden ist, findet dieser Menschenaffe während der Dauer des ganzen Jahres stets genügende Nahrung. Die wichtigste Kost soll ihm die Ölpalme bieten, deren unentwickelten, als Palmkohl bekannten Spitzenteil er mit Vorliebe frißt. Auch die sehr ölreichen Früchte des grauen Pflaumbaumes (Parinarium excelsum) sowie die des Papawbaumes (Lorica) scheint er gern zu verspeisen. Seine Hauptnahrung aber mögen wohl die Früchte der wilden Banane oder des Pisang abgeben, deren Hüllen er meisterhaft zu entfernen versteht. Was aber am überraschendsten erscheint: der Gorilla ist nicht nur Vegetarier, er hilft seiner Verdauung durch Zusatz von Gewürz zu der Pflanzenkost nach. Dr. Sokolowsky weist nach, daß er die getrockneten Früchte des Kamerunkardamoms sehr begierig und als regelrechte Kost genießt. Aus den Samen dieser jüngsthin wiederholt nach Hamburg gebrachten Kardamomart (Amomum angustifolium) läßt sich ein ätherisches Öl herstellen, das dem Kamerunkardamom einen ganz eigentümlichen, etwas an das Parfüm des Lorbeeröls erinnernden feinen Wohlgeruch gibt. Es ist merkwürdig, daß der Gorilla diese von anderen Tieren wegen ihres aromatischen Samens gemiedenen Früchte gern zu sich nimmt. Es läßt sich annehmen, daß es sich hiebei für den Affen um kein eigentliches Nahrungsmittel handelt, sondern vielmehr um ein Reizmittel, welches die Freßlust fördert und vielleicht einen uns unbekannten Einfluß auf die Verdauung ausübt. Das läßt sich besonders daraus schließen, daß diese Früchte keines-

*) Die Umschau, 11. Jahrg. 1907, Nr. 33.

wegs fleischige Beschaffenheit haben, sondern sich nur durch ihre würzige Eigenschaft auszeichnen.

Reizende Bilder entwirft Prof. Vosseler von dem Leben und Treiben der gefangenen Zwergmakis — die man in der Freiheit sehr selten zu Gesicht bekommt, da sie Dämmerungs- und Nachttiere sind. Am häufigsten ist der Graue Zwergmaki (Galago galago), ein etwa rattengroßes, siebenschläferähnliches Halbäffchen, das an Niedlichkeit kaum von einem anderen afrikanischen Säuger übertroffen wird. Da die Tierchen ihre Wohnung in Baumlöchern aufschlagen, aus denen sie beim Fällen der Stämme auftauchen, so geraten sie dabei, halb schlaftrunken, halb vom Tageslichte geblendet, oft familienweise in Gefangenschaft, in die sie sich sehr leicht schicken.

Junge werden zahmer und zutraulicher als irgend ein anderes Prof. Vosseler bekanntes Tier. Sie suchen direkt die Gesellschaft des Menschen auf und sind unglücklich, wenn sie ihnen vorenthalten wird. Ihre Anhänglichkeit, ihr liebenswürdiges, immer munteres Wesen und ihr drolliges Spiel bieten dem im Urwald einsam lebenden Europäer so viel Unterhaltung und Freude, daß er gern über einige schlechte Gewohnheiten hinwegsieht. Ist gerade Mahlzeit, so versäumt er nicht, sich einzustellen und manierlich vom Teller mitzuessen. Was nur Alkohol heißt, muß zum mindesten versucht werden, vom schärfsten Kognak bis zum schwächsten Whisky-Soda. Feinere Tropfen weiß er sehr zu würdigen und ist auf prickelnden Schaumwein und süße Liköre besonders erpicht, holt sich in kurzen Pausen immer wieder ein paar Tropfen und drängt sich von der Schulter aus zwischen Kelchesrand und Lippen, wenn jemand trinkt. Für seine Größe verträgt er viel und wird nie betrunken. Fehlt es an gedeckter Tafel, so tummelt er sich abends in den Zimmern herum, von Bilder- zu Bilderrahmen, von da auf den Schrank, eine Gardine usw. Verirrt sich ein Insekt gegen das Licht, so geht die wilde Jagd los. Bald sucht er es unter der Lampe zu greifen, bald folgt er ihm mit denkbar gewandtesten, oft bis 2 Meter langen Sprüngen im Zimmer und scheint manchmal zu fliegen. Prof. Vosseler hielt jahrelang zwei Männchen, die sich vollkommen frei in der Wohnung bewegten; sie schliefen in Falten der Gardinen oder in leeren Zigarrenkisten auf dem Schranke, deren Deckel sie selbst öffneten. Sie waren nie die ganze Nacht hindurch gleich lebhaft, sondern ruhten durchschnittlich am häufigsten zwischen 11 und 3 bis 4 Uhr, zogen sich aber erst bei Tagesanbruch endgültig zurück. Während der Dämmerungsstunden sowie kurz vorher und nachher sind sie recht munter. Dann leuchten die Augen ganz prachtvoll, wie dunkelgelb glühende Kohlen, und in bestimmter Stellung zum Lampenlichte, wenn dieses sich zwischen dem Auge des Beobachters und des Äffchens befindet, rein wie grünblauer Opal, geradezu blendend. Merkwürdig ist die Gewohnheit der Tierchen, die Hände mit Urin zu benetzen; sie dient wahrscheinlich dazu, in der Freiheit die weitgreifenden Laubfroschfinger zum Festhaften an glatten Flächen geeigneter zu machen. Einigermaßen vernünftig behandelt, halten diese für den Tierfreund entzückenden Äffchen mehrere Jahre in der Gefangenschaft aus.

Im Anschlusse an diese Schilderungen Prof. Vosselers seien einige Bemerkungen mitgeteilt, die der englische Naturforscher Lydekker über das rätselhafte, immer noch eines der seltensten



Helladotherium, ausgestorbener Verwandter des Okapi.

afrikanischen Vorkommen bildende Okapi macht.*) Major Powell-Cotton, der 1905 und 1606 eine Reise durch den östlichen Teil des Kongostaates machte, brachte neben anderen Naturschätzen auch das ungemein gut erhaltene Fell eines männlichen Okapi mit. Er erhielt das Tier durch Vermittlung eines Eingeborenen-Jägers, ihm selbst gelang es nicht, eines zu erlegen. Lydekker findet beim Vergleiche dieses Exemplars mit den schon in Europa vorhandenen in der Färbung namentlich der Beine so beträchtliche Unterschiede, daß man bei anderen Tieren sagen würde, es handle sich um verschiedene Rassen. Das würde man auch hier tun, wenn es sich um Tiere aus verschiedenen Gegenden handelte; so aber erscheinen die Unterschiede sozusagen zufällig, und wir müssen unsere Auffassung, daß die Färbung großer Tiere sehr beständig sei, wahrscheinlich ändern. — Im zentralafrikanischen Urwalde hausen nach Powell-Cotton der Elefant, der Büffel, das Wildschwein, der Buschbock, der Bongo, ein Tier, das in den Ituriwäldern sogar seltener als das Okapi ist, und Leoparden, letztere niemals weit von den Eingeborenendörfern. Die Waldarten dieser Tiere zeigen im

*) The Geograph. Journal, vol. 30 (1907). S. 382.

Vergleiche zu den entsprechenden Ebenenbewohnern eine dunklere Färbung. Ein bemerkenswertes Beispiel dafür ist der Ratel oder Honigdachs (Mellivora cottoni), der hier ganz schwarz ist, während in Süd- und Westafrika die ganze Oberseite des Körpers, Pfoten und Schwanz aschgrau aussehen.

Aus Europas Wirbeltierwelt.

Wolf und Bär, Luchs, Biber und Wildkatze sind uns Mitteleuropäern schon halb und halb zu Märchen- und Fabelwesen geworden. Wenn schon ein kalter Winter oder eine abnorme Witterung sie aus ihren Standorten in der Peripherie ihres ehemaligen Verbreitungsbezirkes gebieterisch in diesen hineintreibt, so erliegen sie binnen kurzem der Kugel oder der Falle. Vorhanden sind nur der Biber und die Wildkatze noch in ihrer ehemaligen Heimat, und von ihnen ersterer auch im Erlöschen.

Es wird daher von Interesse sein, die Beobachtungen, welche Dr. Erich Meyer vor kurzem im Reiche des Bibers gemacht hat, zu hören.*) Zu den wenigen Stätten, die dem in Europa aussterbenden Geschlechte noch Zuflucht bieten, gehört die zwischen Wittenberg und Magdeburg gelegene Strecke des Elbtales und der angrenzende Teil des Muldetales. Hier genießt der Biber in den Bezirken, die herzoglich anhaltischer Privatbesitz sind, Schonung, und in den urwaldähnlichen Laubholzbeständen dieses Gebietes findet er die nötige Ruhe und reichliche Nahrung. Diese Urwälder liegen großenteils in der Region zwischen den Sommer- und Winterdeichen des Stromes und sind von toten Wasserarmen regellos durchzogen. Doch nicht an letzteren, die ihm zu schmal, flach oder vergänglich sind, fand Dr. Meyer Spuren der Bibertätigkeit, sondern an einigen breiteren, dauernd mit Wasser gefüllten Seen, den Überresten einer toten Elbe, die gegenüber diesen Wäldern auf der Nordseite des Flusses bei Kliecken liegen. Hier haben die Biber in wüsten, ungepflegten Laubholzstreifen rücksichtslos gehaust und zahlreiche Weiden- und Ulmenstämme gefällt. Das Holz erschien von den oft zollangen Riefen, welche die Vorderzähne machen, mit glattem Schnitte quer durchfurcht, als wäre es Wachs. Dabei ist Ulmenholz so eisenhart und zäh, daß es zwei Männern nicht gelang, die nur noch etwas über zollstarke Bißstelle ohne Hilfe eines großen Steines zu durchbrechen. Bisweilen liegt ein Stamm noch, wie er gefallen ist, mit seinem Stumpfe nur durch einige Fasern zusammenhängend.

Der Zweck des Fällens soll darin bestehen, die grünen Äste zu erreichen, die dem Biber als Nahrung dienen. Holzbauten errichtet er in den besagten Seen angeblich nicht mehr, sondern haust, wie man Dr. Meyer sagte, hier in Erdhöhlen. Das erwies sich jedoch als nicht durchgehends gültig; denn bei einem Besuche des Städtchens Coswig in Anhalt im April 1907 fand Dr. Meyer, daß zwei Biber daselbst etwa 50 Meter von dem Coswiger Luchdeich und nur 200 Meter von den letzten Häusern entfernt, in dem vom Hochwasser bedeckten Terrain unter einer Weide einen Bau aus Zweigen errichtet hatten, auf dessen Dach sie lagen. Sie zeigten sich durchaus nicht scheu, lagen ruhig auf ihrem Baue und sollen oft in der Nähe des Deiches umherschwimmen und Zweige holen. Kinder behaupteten, sie hätten gesehen, wie der eine mit einem großen erbeuteten Fische fortgeschwommen wäre, eine Angabe, die mit großer Vorsicht aufzunehmen ist, da der Biber reiner Pflanzenfresser sein soll. Vielfach scheint das Tier übrigens aus reiner Lust am Nagen oder aus Zahnpflegebedürfnis die Bäume zu bearbeiten, da man häufig die oben erwähnten, mehrfach durchnagten Stämme findet. Ein kleiner See, 2 Kilometer westlich von Kliecken, der ebenso wie der See von Groß-Kühnau noch ein weiteres Rückbleibsel der Vorzeit birgt, die ebenfalls in Deutschland aussterbende Wassernuß, muß noch vor kurzem Biber beherbergt haben, denn zahlreich sind am Ufer die freilich bereits morschen und wurmstichigen Stumpfe junger, vom Biber abgeschnittener Kiefern. Gegenüber Wittenberg aber findet sich der Biber noch heutigen Tages in dem kleinen See am Hofe Bodemar bei Bleesern und in der Elbaue vor dem Deiche daselbst.

Nach Ansicht mancher Forscher ist die Wildkatze als solche in Europa bereits seit geraumer Zeit erloschen und das, was wir heute als Wildkatze bezeichnen, nur eine verwilderte Katze, da schon seit der Römerzeit die Mischung der echten Felis catus mit der Hauskatze allgemein geworden sei. Hamilton, der diese Ansicht zuletzt in einer Schrift über die Wildkatze in Europa vertreten hat, wird von Bärthold jedoch auf Grund seiner eigenen Angaben widerlegt.*)

Hamilton unterscheidet und bildet ab zwei „Variationen" des Katzenschädels, eine mit schmaler und niedriger, die andere mit breiter, konvexer oder flacher Stirnform. Zur Entscheidung der Frage, ob hier Variation oder Artverschiedenheit vorliegt, hilft der Entwicklungsgang. Bei den Katzen, die nach Färbung und Behaarung als Wildkatzen angesprochen werden, hebt sich die Stirn mit den Jahren immer mehr; bei einer gewissen Größe des Schädels entwickelt sich sogar am hinteren Rande des Stirnbeines jederseits eine Auftreibung, die ganz charakteristisch ist und die Stirnmitte vertieft erscheinen läßt. Solche Schädel sind reichlicher vom Kaukasus aus Rumänien zu erlangen, fehlen aber auch nicht vom Rhein und Harz. Bei der Hauskatze dagegen, insbesondere beim Kater, wird die Stirn mit dem Alter flacher und schmaler.

Dieser Verschiedenheit in der Entwicklung des Schädels treten andere Verschiedenheiten unterstützend zur Seite. Nach mehreren Messungen hat der Hauskater einen längeren Schädel als ein gleich großer Wildkater und, was mehr bedeutet, der Hauskater ist größer als die Hauskatze, während bei der Wildkatze beide Geschlechter im gleichen Alter gleich groß sind und gleich große Schädel haben. Daß beide Geschlechter gleich groß sind, ist nicht das Gewöhnliche bei Raubtieren, und daher für die Wildkatze charakteristisch.

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 6 (1907), Nr. 41.

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 5, Nr. 46.

Dies dürfte genügen, um zu beweisen, daß hier zwei Arten vorliegen, die verschiedene Bildungsnorm haben, nicht Variationen. Bei der Annahme, daß allgemeine Kreuzung zwischen der wilden und zahmen Form stattgefunden habe, ergab sich also, daß doch beide Arten immer wieder zum Vorscheine kommen. Ein Beweis dafür ist, daß Schädel von Bastarden zwischen Wild- und Hauskatze bald dem Wildkatzen-, bald dem Hauskaterschädel gleichen. Manchmal allerdings finden sich nicht alle Kennzeichen am Schädel der Wildkatze, die J. H. Blasius 1857 als charakteristisch angab, und das mag eine Wirkung der Kreuzung sein.

Jedenfalls hat aber die Wildkatze, wie sie sich trotz aller Kultur in Wald und Flur, trotz aller Nachstellung bisher behauptet hat, auch ihre Eigenart bewahrt, ebenso wie ja auch unsere beiden Marderarten noch länger nebeneinander leben, ohne in eine Mischrasse aufzugehen.

Häufiger als Biber und Wildkatze begegnen uns Hamster und Hase im Freien. In den vorhergehenden Jahrbüchern ist mehrfach auf eine schwärzliche Form des Hamsters hingewiesen worden. H. Simroth, dem die Beobachtung dieser Form glückte, glaubt nun, daß dieser schwarze Hamster als typische Mutation, d. h. als Einleitung zur Bildung einer neuen Art zu betrachten sei.*) Die Neubildung erscheint als eine durchaus gesetzmäßige, insofern die Färbung bei allen abgeänderten Formen durchaus übereinstimmte. Der ganze Körper ist vom reinsten Schwarz, nur die Pfoten und Lippen, ein Mittelstrich am Kinn und ein feiner Saum am Rande der Ohrmuscheln bleiben weiß behaart. Die schwarze Färbung bildet die Steigerung des beim gemeinen Hamster normalerweise nur auf der Bauchseite auftretenden Schwarz. Diese Farbenänderung scheint von anatomischen Veränderungen begleitet zu sein, insofern die Augen hervorstehender und die Figur schlanker sind; auch scheint das Temperament zahmer zu sein.

Mit Rücksicht auf die rasche Entwicklung und Vermehrung dieser Abart innerhalb weniger Jahre betont Simroth, daß hier typische Mutation im Sinne von de Vries vorliege, d. h. eine sprungweise Variation, zu der anhaltende Wärme den Anstoß gegeben haben dürfte. Die Hamstergräber geben an, daß in jeder Brut nur ein schwarzes Stück vorkomme. Durch Festwerden dieser Mutation würde eine neue selbständige Art, Cricetus vulgaris niger, geschaffen sein, als Endglied einer Reihe, die vom syrischen Goldhamster, dem noch jede Spur von Schwarz fehlt, über den durch breiten tiefschwarzen Kehlsack gekennzeichneten schwärzlichen und unsere gemeinen Hamster zum Schwarzhamster führt.

Die alte Frage, ob der Hase beim Schlafen die Augen schließt oder mit offenen Augen schläft, beantwortet auf Grund zahlreicher übereinstimmender zuverlässiger Beobachtungen Dr. H. Reeker**) dahin, daß nicht nur, wie häufig festgestellt, gefangen gehaltene, sondern auch frei lebende Hasen beim Schlafen die Augen schließen, aber infolge ihres unglaublich feinen Gehörs beim geringsten Geräusche erwachen. Wenn sie dann vielfach nicht sofort die Flucht ergreifen, so liegt das daran, daß sie zu jenen Tieren gehören, die sich in der Gefahr gern bis zum letzten Augenblicke zu ducken oder zu drücken suchen.

*) Biolog. Zentralbl., Bd. 26, S. 334.
**) Naturw. Wochenschr., Bd. 6 (1907), Nr. 33.

Hinsichtlich des wilden Kaninchens in Waldgebieten glaubt L. Schuster*) eine Abänderung der Lebensweise feststellen zu können. Es ist nämlich lokal im Waldgebiete ein Freiwohner geworden, während es im Felde nach wie vor Höhlen bezieht. In manchen Gegenden und Bezirken verzichtet die Mehrzahl der vorhandenen Waldkaninchen auf Anlegung einer Höhle und schwingt sich von einem unterirdisch lebenden Geschöpfe zu einem allen Gefahren trotzenden Offenbürger des Waldes auf, der sein Lager oftmals so frei anlegt wie sein Vetter Hase.

Eine interessante Beobachtung über den Maulwurf als Tagtier teilt H. Löns in Hannover mit.**) Meistens wird der lichtscheue Geselle, dessen Lebensgewohnheiten durchaus noch nicht völlig bekannt zu sein scheinen (s. Jahrb. II, S. 257), nur durch Überschwemmungen, Erdarbeiten oder starke Erschütterungen des Bodens ans Tageslicht getrieben. So sah unser Gewährsmann bei einem plötzlichen Hochwasser der Aa bei Münster in Westfalen die Maulwürfe sich in Menge aus den Aawiesen auf das höher gelegene Land retten, und das gleiche fand nach einer Kesselexplosion in einer Brauerei bei Münster statt. Am 7. August 1906 sah Löns in einem Feldholze in der Nähe von Hannover dicht neben dem Wege einen ungefähr halbwüchsigen Maulwurf auftauchen, der sich in die tiefe Wagenspur des Weges fallen ließ und dort eifrig nach Beute suchte, ganz nach Art des Dachses stechend, indem er trockene Blätter, Moosrasen und die Knöterichpolster mit der Nase umdrehte oder mit den Vorderpfoten zerriß. Alle Augenblicke verzehrte er hastig ein Beutetier. Erstaunlich war die Sicherheit, mit der er in der Erde verborgenes Gewürm witterte. Sofort war eine Vertiefung gescharrt und die Beute bloßgelegt. Schließlich wandte er sich von dem einem Geleise dem anderen zu, an dessen Rande er oben mit großer Emsigkeit zu scharren begann. Die Erschütterung veranlaßte den von ihm gewitterten Regenwurm, nach unten, also in das Geleise selbst, zu fliehen, und es war höchst komisch zu sehen, wie verdutzt der Maulwurf war, als er den Wurm nicht fand. Er saß mehrere Minuten ganz still da, als ob er den Fall eingehend überlege. Dann ließ er sich in das Geleise hineinfallen und da er mit dem Bauche auf den Wurm zu liegen kam, konnte er ihn nicht wittern und trollte suchend weiter. Einen Fuß weit entfernt, drehte er sich halb um. Der Luftzug ging, wie Löns am Rauche seiner Pfeife sah, von dem Wurme nach seinem Verfolger; plötzlich drehte letzterer sich völlig um, fuhr auf die Beute zu und fraß sie. Auch ein kleines Fröschchen verschmähte er nicht und jagte so fort, bis die durch ein herannahendes Automobil verursachte Erschütterung ihn trieb, ein Loch anzunehmen.

*) Zoolog. Beobachter 48. Jahrg. (1907).
**) Zoolog. Beobachter, 47. Jahrg. (1906), Nr. 11.

Dr. H. Recker*) bestätigt das Jagen des Maulwurfes am hellen Tage und ist der Ansicht, daß es gar nicht einmal so selten geschehe, besonders seitens junger Tiere. Auch bei Schnee und Eis hat man Maulwürfe schon mehrfach im Freien umherlaufen sehen. Auf Grund der Arbeit eines englischen Forschers, L. E. Adams, der rund 300 Bauten selbst aufgegraben und an Ort und Stelle aufgezeichnet hat, läßt sich behaupten, daß nicht nur nicht zwei Maulwurfsbaue einander völlig gleich sind, sondern daß auch nicht ein einziger mit der traditionellen Blasiusschen Zeichnung, die immer noch in Schul- und Lehrbüchern umherspukt, übereinstimmt. Nur bei sumpfigem Boden und auf Überschwemmungsgebiet lag das Nest in einem Hügel über der Erde, in allen anderen Fällen 2 bis 6 Zoll unter der Oberfläche. Durch die das Nest durchsetzenden und von ihm ausgehenden Röhren kann es ein sehr kompliziertes Aussehen erhalten. Männchen und Weibchen haben getrennte Baue und die des letzteren sind einfacher und meist ohne Laufröhre angelegt.

Höchst interessant ist der Vergleich unseres Maulwurfes mit anderen, derselben nächtlich-unterirdischen Lebensweise huldigenden Säugetieren. Man trifft da bei gänzlich verschiedener Abstammung auf völlig gleiche Erscheinungen in Bau und Gebrauch der Organe, dergestalt, daß man die Tiere für ganz nahestehende Verwandte halten könnte, wenn nicht der Stammbaum sicher bekannt wäre. Derartige Konvergenzerscheinungen hat kürzlich W. Leche an dem Goldmaulwurfe (Chrysochloris), einem Insektenfresser, und dem zu den Beuteltieren gehörenden Beutelgoldmaulwurfe (Notoryctes) nachgewiesen.**) Beide zeigen den bei Säugetieren äußerst seltenen irisierenden Metallglanz der Haare, der zu ihrer Benennung beigetragen hat. Beide haben, in Anpassung an die Tätigkeit des Kopfes beim Graben, auf der Schnauze ein bei beiden ähnliches, hartes nacktes Nasenschild. Die Grabtätigkeit hat bei beiden auch eine nahezu gleiche Gestaltung des Schädels zu stande gebracht. Die beiden Tiere weichen von ihren Gattungsgenossen, den Insektenfressern und Beutlern, nicht nur durch diese konvergenten Merkmale, sondern auch noch durch eine höchst merkwürdige Neubildung ab: beide besitzen einen aus sehnenartigen Organen hervorgegangenen dritten Unterarmknochen, der beim Goldmull zu einem wirklichen Skelettknochen geworden ist, während die Verwandlung beim Beutelgoldmaulwurfe nicht ganz so weit gegangen ist. Bei beiden Grabern ist die Hand durch Zusammenziehung der Innenhandfläche, durch vereinfachende Umwandlung der inneren Finger und Verschmelzung einzelner Glieder zu einem mit starken Krallen bewehrten schaufelförmigen Graborgan umgebildet. Auch Form, Größe und Verhältnisse des Gehirns zeigen bei beiden Gattungen größere Übereinstimmung untereinander als mit dem Gehirn irgend eines anderen Säugetieres. Ohne Zweifel haben wir es hier mit der vollendetsten Anähnlichung (Konvergenzerscheinung) zu tun, die bisher bei höheren Tieren bekannt geworden ist. Während im allgemeinen bei der Weiterentwicklung eines Wirbeltierstammes Organe verloren gehen oder wenigstens stark reduziert werden, lehrt das Auftreten des dritten Unterarmknochens bei diesen Tieren, daß im Laufe der geschichtlichen Entwicklung auch neue Organe erworben werden können.

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 6, Nr. 14.

**) Zur Entwicklungsgeschichte des Zahnsyst. der Säugetiere, II. Teil, Zoologica, Heft 49, Stuttg. 1907.

Der vor ungefähr 20 Jahren in Australien entdeckte Beutelgoldmaulwurf ist von G. Sweet*) hinsichtlich seines Auges genau untersucht worden, wobei sich herausstellte, daß das ehemalige Sehorgan dieses Tierchens einem noch stärkeren Schwunde ausgesetzt worden ist als das unseres Maulwurfes, dessen Augen im Pelze versteckt liegen. Das Auge des Notoryctes liegt unterhalb der Haut, welche sich unverändert über dasselbe hinweg erstreckt und eigentümliche, wohl dem Tastsinne dienende Hautgebilde trägt. Von dem eigentlichen Augapfel ist kaum noch etwas übrig geblieben; Linse, Glaskörper und Pupille fehlen stets, Iris und Netzhaut sind stark rückgebildet. Dagegen sind die Tränendrüsen wohl entwickelt, auch die Augenmuskulatur ist erhalten. Bei einem Vergleiche dieser Augen mit anderen degenerierten Wirbeltieraugen zeigt es sich, daß die größte Ähnlichkeit mit den Augen eines blinden nordamerikanischen Höhlenfisches, Troglichthys, vorhanden ist, abgesehen von der Muskulatur und den Tränendrüsen.

Die starke Entwicklung der letzteren bei allen grabenden Tieren, mit Ausnahme des Maulwurfes und des Wassermaulwurfes, läßt auf eine besondere funktionelle Bedeutung derselben schließen. G. Sweet sieht den Zweck der starken Tränendrüsenentwicklung darin, die Nasenhöhle gehörig feucht zu erhalten und die bei der grabenden Lebensweise leicht mögliche Anhäufung von Sandteilchen in der Nase zu verhindern. Bei unserem Maulwurfe wie bei dem amerikanischen Wassermaulwurfe (Scalops), die in feuchter Erde wühlen, ist solch eine Vorbeugungsmaßregel wahrscheinlich weniger erforderlich.

Sehr interessant ist die Frage, wie die Entartung der Augen bei Notoryctes, einem Tiere, das viel häufiger als unser Maulwurf an die Erdoberfläche kommt, zu erklären ist. Wahrscheinlich haben verschiedene Faktoren dabei mitgewirkt. Schon Spencer, der Entdecker dieses merkwürdigen Beuteltieres, hat darauf hingewiesen, daß die Augen durch den feinen Sand, in dem das Tier gräbt, beständig gereizt werden müssen, und daß die Gefahr häufiger Augenentzündungen den Nutzen, den die Sehorgane bei gelegentlichem Aufenthalte an der Erdoberfläche gewähren, aufheben müßte. Weiter wurde die Degeneration der Augen beschleunigt durch die starke Entwicklung der Drüsenorgane in der Augen- und Nasengegend, welche, als nützliche Organe, durch die natürliche Auslese begünstigt und auf Kosten der entartenden Teile vergrößert wurden.

Als Ersatz für den fehlenden Gesichtssinn tritt bei dem Beutelgoldmull neben den schon erwähnten Tastorganen am Kopfe eine große Empfindlichkeit für Schallreize ein. Daß die Degeneration der Augen bei ihm weiter fortgeschritten ist als bei den europäischen und amerikanischen Maulwürfen,

*) Quarterly Journ. of Microsc., Science N. S. Nr. 200, Bd. 50.

kann zwei Gründe haben: Entweder liegt die Zeit, in der Notoryctes zur grabenden Lebensweise überging, schon weiter zurück als bei den europäischen und amerikanischen Gattungen, es war also mehr Zeit zur völligen Rückbildung der Augen vorhanden, oder der feine Sand, in dem Notoryctes lebt, ist den Augen gefährlicher als die von jenen bewohnte, meist etwas feuchte Erde.

Es wären also nach G. Sweets Untersuchungen die Augen dieses Beutlers in einem Wechsel der Verrichtung begriffen: aus einem Sinnesorgan haben sie sich zu einem ganz anderen, wesentlich mechanischer, nasenreinhaltender Funktion dienenden Organ umgewandelt. Weitere Untersuchungen sollen zeigen, wie weit die dem Sehen dienende Gehirngegend mit dieser Degeneration der optischen Außenorgane Schritt gehalten hat.

Aus der Vogelwelt.

Wie die Zugvögel mit ihrer Ankunft und ihrem Fortzuge alljährlich eine Art Barometer für den früheren oder späteren Eintritt einer Jahreszeit bilden, so scheint das allmähliche Herzuwandern südlicherer Arten und das zunehmende Überwintern von Zugvögeln bei uns auf zunehmende Erwärmung oder auf einen Wärmeausgleich der Jahreszeiten zu deuten.

Vielleicht ist in diesem Sinne zu deuten, was W. Schuster über die Invasion des rotköpfigen Würgers bei Mainz 1906 berichtet.*) Der schöne Südländer, den man sofort an dem roten Kopfe, an dem weißen Spiegel beim Sitzen und besonders schon von weitem an dem lebhaften Wippen des Schwanzes in fast horizontaler Linie nach rechts und links erkennt, ist seit vielen Jahren im Mainzer Becken nicht beobachtet worden. Im Sommer 1906 wurden von W. Schuster und seinen Brüdern nicht weniger als sechs Pärchen konstatiert, die ihre Jungen fütterten. Sicher sind in Rheinhessen und im Rheingau noch mehr Pärchen vorhanden und nur aus Mangel an geübten Ornithologen nicht festgestellt worden. Auch in anderen Gegenden Deutschlands hat sich Lanius senator 1906 gezeigt.

Nach P. Wemer brüten alle Vögel, die Schwarzdrossel ausgenommen, in den letzten Jahren später als in den Neunzigerjahren, und alle stellt in dieser Hinsicht der Mauerfegler in den Schatten. Früher zog er Anfang August aus Westfalen fort; jetzt halten sich dort und in Bonn noch zahlreiche Nachzügler eine bis mehrere Wochen lang auf. Auch in diesem Falle dürfte das allmählich sich ändernde Klima eine Rolle spielen.**)

In der Tierwelt Deutschlands, so berichtet zusammenfassend die „Rundschau für Geographie und Statistik" (29. Jahrg., Heft 5), finden fortwährend Verschiebungen statt. So haben sich im Verlaufe des letzten Jahrhunderts zwei östliche Vögel, die Haubenlerche und die Grauammer, in Westdeutschlands ebenen Teilen eingebürgert, und dem Hausrotschwanz, der aus dem Mittelmeergebiete vor 100 Jahren in Deutschland einzog, wo er jetzt fast überall vorkommt, ist seit 50 Jahren ein hübscher kleiner Fink gefolgt, der früher in Kleinasien, Nordafrika und Südeuropa lebte, jetzt aber schon in ganz Süd- und Mitteldeutschland verbreitet ist und bis Dänemark hinauf vorkommt. Eine Gebietserweiterung anderer Art hat einer unserer bekanntesten Gebirgsvögel, die zierliche, schwarzkehlige, gelbbäuchige Gebirgsbachstelze, vorgenommen. Dieser Vogel, der bisher nur als Brutvogel des Gebirges bekannt war, hat sich seit ungefähr 10 Jahren in vielen Teilen Mittel- und Nordwestdeutschlands an Mühlenwehren in der Ebene angesiedelt, so bei der Stadt Hannover, an vielen Orten der Lüneburger Heide, im westfälischen Münsterlande, bei Leipzig und in Mecklenburg. Daß ein Gebirgstier sich in so kurzer Zeit der Tiefebene anpaßt, ist ebenso neu, wie die Gründe dafür dunkel sind.

Ein liebevoller Beobachter der Tier- und Pflanzenwelt, Johannes Trojan, hat im Jahre 1907 zu Warnemünde an der Ostsee noch am 20. Oktober Schwalben gesehen. Er gibt seiner Besorgnis über das Schicksal der armen Zurückgebliebenen Ausdruck in warm empfundenen Versen, die gewiß auch manches Lesers Herz rühren werden. Vielleicht hat der ungewöhnlich warme und sonnige Herbst in Deutschland noch andere Erscheinungen der Art hervorgerufen.

Die Zurückgebliebenen.

Zehn Schwalben hab' ich sitzen sehn
Heut' auf dem Telegraphendraht.
Sie sahen reizend aus, die zehn,
Und o wie leid mir's um sie tat!

Sie waren wohl, so sag' ich mir,
Im Fliegen noch nicht weit genug
Und konnten mit nicht, als von hier
Nach Süden ging der Schwalbenflug.

Was soll aus ihnen werden, wenn
Es Winter wird, und sie erst dann
Gen Süden ziehn? Ich zittre, denn
Sie kommen sicher dort nicht an.

Was droht dann ihnen an Gefahr
Und Unheil in den Lüften schon,
O wie so vieles, dem die Schar
Der andern glücklich längst entflohn.

Und mit der Bahn zu reisen fällt
Gewiß nicht diesen Ärmsten ein,
Sie haben ja doch gar kein Geld,
Und sonst auch möcht's bedenklich sein.

Und wenn ganz hier sie blieben, ach,
Was wär' ihr Schicksal? Gott erbarm'
Sich ihrer! Selbst das Nest am Dach
Hält doch im Winter nicht mehr warm.

Sie aber ahnen nichts von dem,
Erfreuend sich des Sonnenlichts,
Als ob jetzt erst der Sommer käm',
Und wissen von dem Winter nichts.

Noch eine Hoffnung hab' ich, doch
Schwach ist sie nur, will ich gestehn:
Daß eine Schwalbenmutter noch
Zurückkommt und holt ab die zehn.

*) Ornith. Jahrb., Bd. 18 (1907), Heft 1/2.
**) Zoolog. Beobachter, 47. Jahrg., Nr. 12.

Eine Bestätigung der Annahme, daß Nordeuropa wärmeren Zeiten entgegengeht, könnte man in dem Nordwärtswandern einer mittel- und südeuropäischen Bienenart, der Apfelhummel (Bombus pomorum) sehen. Auf einem Ausfluge in der Gegend von Sorö auf Seeland im August 1903 fand H. Muchardt aus Helsingborg eine Arbeiterin einer ihm unbekannten, der dortigen Fauna völlig fremden Hummelart. Das auf eine öffentliche Aufforderung ihm zugesandte Hummelmaterial, namentlich jütländisches, ergab zahlreiche Exemplare der Neuheit, die sich als die für Dänemark wie für Skandinavien neue Apfelhummel erwies. Die Tierchen hielten sich in Jütland wie bei Sorö auf den Feldern, zumeist in solchen mit rotem Wiesenklee auf und wurden äußerst selten auf anderen Pflanzen angetroffen. Es scheint sich also um vereinzelte Vorstöße und Ansiedlungen dieser in Mittel- und Südeuropa heimischen, in Thüringen schon selteneren Art zu handeln.*)

Kehren wir nach dieser Abschweifung zu den Vögeln zurück, so ist zunächst von einigen hübschen Charakterzügen unserer gefiederten Freunde zu berichten. Den Opfermut einer Grasmückenmutter beobachtete Harro Magnussen, der berühmte Bildhauer, in seinem Garten bei Berlin. Ich rupfe, so erzählt er, im Vorbeigehen eine trockene Spitze von einer kleinen Blautanne, die dadurch erschüttert wird. Im selben Moment fällt etwas vor meinen Füßen nieder, ein kleines graues Tier, das die sonderbarsten Kapriolen macht. Ich erkenne die kleine Grasmücke „Mönch". Sie liegt auf dem Rücken, dicht vor meinen Füßen, und schlägt und zittert mit den Flügeln, sie springt auf, läuft einen halben Meter vor und fällt auf die Seite, versucht aufzufliegen und fällt wieder auf den Rücken, und so fort eine längere Zeit. Der Vogel hatte in der Blautanne ein Nest mit fünf fast flüggen Jungen. Er wollte mich, indem er sich verwundet stellte, anlocken zu seiner Verfolgung, um mich vom Neste wegzulocken. Bei diesem Vogel hatte ich diese Beobachtung noch nicht gemacht; wohl bei Wildenten und beim kleinen Regenpfeifer (Strandläufer). Prof. Dahl knüpft an diese Mitteilung Bemerkungen über die hohe Überlegungsgabe der Vögel, auf die wir in einem Abschnitte über die geistigen Fähigkeiten der Wirbeltiere noch zurückkommen werden. Diese Sorge der alten Mönchgrasmücke für ihre Jungen wird schon von Naumann hervorgehoben; auch er sagt: Dann sieht man die Alten sich oft im Grase hinwälzen, um dadurch die Aufmerksamkeit von den Jungen abzuziehen.**)

Bei dieser Gelegenheit sei zugleich auf einige seltsame Niststätten hingewiesen. Dr. Vageler fand und photographierte auf dem Niddauer Pestkirchhofe in der kurischen Nehrung das Gelege einer Lerche in den Resten eines menschlichen Schädels. Dort liegen zahllose, schneeweiß gebleichte Gebeine im Sande offen herum und mögen beim Mangel anderen Baumaterials den Vögeln zum Nestbau hochwillkommen sein. Die „Schädelnatur" der Trümmer ist auf dem Bilde leider nicht ganz deutlich zu erkennen, vom Beobachter jedoch durch vorsichtige Untersuchung zweifellos festgestellt. Noch am selben Tage fand er eine ähnliche zweite Nestanlage. Aus den Wüstengebieten Afrikas ist dergleichen schon öfters berichtet: Memento mori und keimendes Leben!*)

Über eine andere abnorme Nistgelegenheit berichtet Dr. V. Franz aus Ostpreußen, ein Storchnest auf ebener Erde. Dem betreffenden Storchpaare wurde sein auf dem Dache des Schulhauses zu Liebemühl angelegtes Nest durch ein anderes Paar streitig gemacht, wobei ein Storch durch Schnabelhiebe getötet wurde. Als im nächsten Jahre der Kampf ums Heim aufs neue entbrannte, räumte das Paar das Nest und legte ein solches auf einer nahen Wiese an, wo es zwei Eier bebrütete, aber leider nicht ausbrachte, da sie von Kindern weggenommen wurden. Als die Wiese nach einiger Zeit gemäht war, war das Nest verschwunden; die Störche hatten das Material des Nestes wieder auf ihren alten Nistplatz, das Dach des Schulhauses, getragen.**)

So befremdend das Nisten von Störchen auf ebener Erde ist, so finden sich doch in der älteren ornithologischen Literatur schon mehrere ähnliche Angaben. Alle derartigen Fälle aber, bemerkt Dr. Franz, sind als Ausnahmen zu betrachten und können niemals mit der dauernden Änderung der Nistweise, die wir bei verschiedenen Vögeln sehen, in Parallele gesetzt werden. Solche dauernd veränderte Nistweise liegt z. B. beim Storche, dem ehemaligen Baumnister, bei den Hausschwalben und Dohlen vor. Prof. Braun berichtet über lokale Änderungen der Nistweise, die bei manchen Arten beobachtet sind. So nistet in der Tundra der Wanderfalke auf ebener Erde, der Rauhfußbussard auf niedrigen Zwergbirken. Auf Sylt ist der Hänfling Erdnister, der Steinschmätzer benützt die Höhlen der Brandente. Der Fischreiher setzt sein Nest in manchen Gegenden auf die ebene Erde.

Manche Arten freilich, z. B. die Spechte, können den durch die menschliche Kultur bewirkten Änderungen nicht folgen. Von einem Wiedehopfpärchen wurde indessen schon beobachtet, daß es sich einen Haufen hohl liegender Steine zur Niststätte erkor, und der Kiebitz ist wohl infolge von Entwässerung der Sumpfwiesen in manchen Gegenden mehr oder weniger zum Feldbrüter geworden.

Nester, Niststätten mit Eiern und Jungen, brütende und fütternde Alte nach Naturaufnahmen reproduziert in reicher und wundervoller Auswahl ein englisches Sammelwerk zu geringem Preise.***) Wer sich in dem Besitze dieser beiden Bändchen, „Wilde Vögel in ihrem Heim", befindet, wird mit immer neuem Entzücken darin blättern. Welche sonderbaren Niststätten haben sich da z. B. einige Amselmütter erwählt, ein schöner Beweis dafür, wie innig sich dieser Vogel unserer lärmenden und aufregenden Kultur schon angefreundet hat. Jedem Vogelfreunde ist die Beschaffung dieser beiden bil-

*) Entomol. Meddelelser, 2. R., Bd. 2, Heft 7.
**) Naturw. Wochenschr., Bd. 6 (1907), Nr. 4.

*) Die Umschau, 11. Jahrg., Nr. 1.
**) Naturw. Wochensch., Bd. 6, Nr. 12.
***) Gowan's Nature Books, Nr. 1 und 5, London 1906.

ligen Heftchen dringend anzuraten, wie dem Schmetterlingssammler das vierte Heft, dem Botaniker das zweite und dritte willkommen sein wird.

Die schöne Wiedergabe zweier junger Waldohreulen gibt uns Gelegenheit, auf den merkwürdigen Bau des Eulenauges einzugehen, dem Dr. V. Franz eine eingehende Untersuchung gewidmet hat.*) Von den Augen der meisten anderen Wirbeltiere unterscheidet das Eulenauge sich durch seine große Tiefe und den geringen seitlichen Durchmesser. Es nähert sich im Baue den sogenannten Teleskopaugen der Tiefseetiere, und Dr. Franz versucht diese Ähnlichkeit auf gleichartige Anpassung zurückzuführen, wobei er eine zutreffendere Erklärung des Teleskopauges gibt. Auch die Teleskopaugen sind nach ihm auf scharfes Sehen in der Tiefe eingestellt, nicht aber dadurch bedingt, daß infolge der zu großen Tiefe kein scharfes Sehen möglich wäre und durch diese Augen die Erkennung der Bewegungen in dem schwachen Lichte erleichtert würde. Was beim Teleskopauge gegenüber normalen Augen auffällt, ist der geringe Breitendurchmesser; hätte es eine seiner Tiefe entsprechende Breite, so würde der Kopf des Trägers nicht ausreichen, es aufzunehmen. Es ist daher röhrenförmig verengt und bedeutend verlängert, so daß es einerseits meist tiefer in den Kopf eingesenkt ist, anderseits immer sehr beträchtlich aus ihm hervorragt. Die Verengung zur Röhre bewirkt, daß nicht alle seitlich einfallenden Strahlen die Netzhaut erreichen können. Behielten also die Teleskopaugen die seitliche Stellung, wie bei den meisten Fischen und Vögeln, so könnten ihre Besitzer nicht nach vorn, der Hauptrichtung ihrer Bewegungen, sehen. Daher sind die Teleskopaugen alle mehr oder weniger nach vorn gerichtet, so daß ihre Längsachsen sich in viel spitzerem Winkel schneiden als bei normalen Augen. Die Ursache dieser Umbildung ist bei Eulen und Tiefseewesen dieselbe, nämlich die größtmögliche Ausnützung des geringen vorhandenen Lichtes.

Über das Liebesspiel der Albatros (Diomedea nigripes) von der im Stillen Ozean nordwestlich von Hawai gelegenen Insel Laysan berichtet M. Fisher**) und gibt damit einen hübschen Beitrag zu den wohl meist aus sexuellen Motiven hervorgehenden Tanzbewegungen der Tiere. Das Spiel besteht aus einem menuettartigen Tanz, der die Angehörigen der gleichen Gattung für die Liebesperiode vorbereitet. Mit außerordentlicher Hingebung und einem Ernste, als hinge ihr Leben von dem Gelingen ab, liegen die zierlichen Vögel dem Tanze tagein tagaus ob und suchen einander in formvollendeten Bewegungen zu überbieten. Graziös wissen die Hähnchen die Schönheit und Eleganz ihres Körpers zu enthüllen, um damit das Gefallen der Weibchen zu erregen. Ist die Werbung eine erfolgreiche, so nähern sich die beiden Partner gravitätisch und nehmen eines dem anderen gegenüber Aufstellung. Eine tiefe Verneigung leitet das Spiel ein, dann drehen sich beide in feierlichem

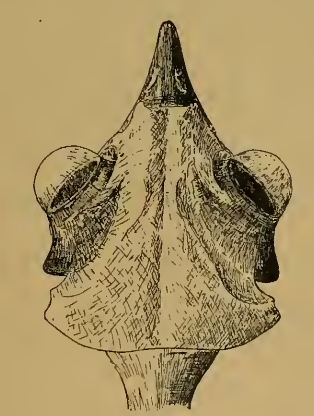
*) Biol. Centralbl., Bd. 27, Nr. 9 und 11.

**) Bullet. of the United States fish Commiss., Bd. 23, III Teil. Referat von Fr. Körner in Umschau, Bd. 11, Nr. 31.



Waldohreule.

Rhythmus und kreuzen liebkosend ihre Schnäbel. Plötzlich verbirgt die Tänzerin schamhaft den Kopf unter ihrem Flügel, während das Männchen unbeweglich wie eine Statue stehen bleibt, zur Seite blickt und Töne voller Lust von sich gibt. Das scheint eine Art Liebeserklärung zu sein. Nun zieht die Tänzerin den Kopf wieder aus dem Gefieder



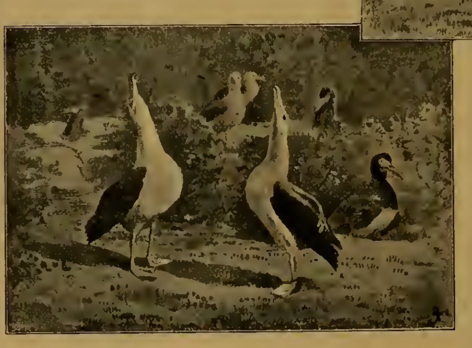
Kopf der Waldohreule.

hervor, reckt den schlanken geschmeidigen Körper und streckt Hals und Kopf in höchster Sinnenlust kerzengerade zum Himmel empor; das Männchen nimmt genau dieselbe Pose ein und läßt sehnsüchtig-girrende Laute vernehmen. Schließlich wechseln die anmutigen Tänzer höflichst Verbeugungen, und der Tanz beginnt von neuem.

Diese Ansätze zu einer Kunstübung sind nach Fishers Ansicht die Ergebnisse einer Zuchtwahl im Streben nach Veredlung des Trieblebens unter der Gattung der Albatros, wie wir sie in etwas anderer Form auch bei anderen Vögeln, am bekanntesten ist in dieser Hinsicht der Auerhahn, kennen. Jedoch unterscheidet sich das Spiel der Albatros von dem anderer Tiere in einem wesentlichen Punkte. Sie besitzen nämlich den Trieb für ziemlich lange Zeit: zehn Monate suchen die Männchen ihre Damen unausgesetzt, selbst in der Nacht bei Mondenschein, durch den Tanz zu weitestgehender Erfüllung der Liebespflicht in der Brunstzeit anzufeuern.



Das Menuett der Albatros:
1. Aufstellung zum Tanz.
2. Liebeswerben.
3. Liebesjubel.



Leider sind auch im vergangenen Jahre wieder Versuche, gegen einzelne Vögel mobil zu machen und zu ihrer Ausrottung aufzufordern, vorgekommen. Demgegenüber berührt eine Verordnung des Staatsministeriums zu Weimar an ihre Forstbehörden außerordentlich wohltuend, so daß wir sie zu Nutz und Frommen aller derer, die etwas zum Schutze der Vogelwelt tun möchten, hier unverkürzt wiedergeben. Die Verordnung lautet:

„Bei der Hiebführung ist in geeigneten Fällen nach Möglichkeit das schützende Unterholz zu belassen, das, abgesehen von seiner forstlichen und jagdlichen Bedeutung, den Singvögeln gern benützte und geschützte Brutstätten gewährt. An Stellen, wo diese Vögel erfahrungsgemäß gern brüten, besonders in der Nähe von Wasser, sind angemessene Horste in den Dickungen vom Hiebe auszuschließen. Soweit dieses angängig ist, sind Pflegehauungen in Jungwüchsen in der Hauptbrutzeit von Mitte Mai bis Mitte Juli auszusetzen. Da manche Vogelarten mit Vorliebe Holzstöße und Reisighaufen zu Niststätten wählen, bei deren Abfuhr viele Bruten zu Grunde gehen, ist möglichst darauf zu achten, daß das Holz vor Beginn der Brutzeit abgefahren wird, denn eine Verschiebung der Abfuhr bis nach der Brutzeit wird wohl nur selten möglich sein. Das Beschneiden lebender Hecken ist erst nach der Hauptbrutzeit vorzunehmen. Natürliche Hecken, Gestrüppe und Dornen sind an Wegerändern, Böschungen und Höhlen möglichst zu belassen. Beerentragende Bäume und Sträucher, deren Früchte zur Nahrung und Gesunderhaltung der Singvögel viel beitragen, sind nach Möglichkeit zu schonen, ihr Anbau und ihre Verbreitung sind zu fördern. Von der Entwässerung kleiner, nasser und sumpfiger Stellen im Walde, sowie von der Trockenlegung von Wassertümpeln ist möglichst abzusehen, zumal auch andere waldpflegliche Rücksichten die Erhaltung des Wassers im Walde wünschenswert erscheinen lassen, denn gerade das Wasserbedürfnis der brütenden Vögel läßt sich auch durch kleinere Anstauungen der Quellabflüsse befriedigen; derartige Wasserstellen können hie und da vielleicht durch entsprechende Vertiefung seichter Stellen beschafft werden. Stark anbrüchige geringwertige Bäume, die von den so überaus nützlichen Höhlenbrütern mit Vorliebe als Brutstätten benützt werden, sind, wenn nicht die Wirtschaftsführung ihren Einschlag verlangt, mit dem Hiebe zu verschonen. In Nadel- und Laubholzdickungen ist für die frei brütenden Singvögel an geschützten Stellen Reisig auf Holzgestellen zur Herrichtung von Niststätten aufzuschichten. Derartige Holzgestelle werden aus Stangen gefertigt und ruhen auf etwa 2 Meter hohen Füßen. Diese müssen zum Schutze gegen Wiesel, Marder

und Katzen mit Stacheldraht oder Dornen versehen sein, und ist dabei die Nähe tiefbeästeter Bäume zu vermeiden, damit das Raubzeug nicht von diesen Ästen auf die Gestelle überspringen kann. Weiter lassen sich für die Freibrüter auf billige Weise Niststätten dadurch beschaffen, daß man reichbelaubte oder benadelte Zweige, den unteren Teil nach oben gerichtet, zusammenbiegt und festbindet, wodurch nicht nur eine Unterlage, sondern auch ein geeigneter Schutz für das Nest hergestellt wird. Auf die Verminderung des die Vögel und ihr Brutgeschäft gefährdenden Raubzeuges ist ein besonderes Augenmerk zu richten, in erster Linie auf die der Vogelwelt so überaus schädliche Katze. Auch ist einer starken Vermehrung des Eichhorns, der Elster, des Eichelhähers, der Dohlen und Krähen möglichst entgegenzutreten."

Schon im vorigen Jahrbuche (S. 200) wurde auf Nutzen und Schaden der Spechte hingewiesen. Vor allem der Grünspecht soll schädlich sein. Warum? Weil der arme Picus viridis, wenn er Hunger hat, nicht nur den baumschädlichen Ameisenarten (Camponotus), sondern auch, wie P. E. Wasmann zeigt, mehr noch als diesen den haufenbauenden Formicaarten nachstellt, deren großer Nutzen für den Forst anerkannt ist. Die Untersuchung der Exkremente unseres Grünrockes lehrte, daß er im Winter bei strengem Frostwetter sich fast ausschließlich von der roten und der Wiesenameise (F. rufa und pratensis) nährt, da er den anderen Arten in dem gefrorenen Boden nicht beikommen kann. Durch die massenhafte Vertilgung dieser nützlichen Ameisen, die neuerdings auch von W. Leisewitz bestätigt wird, wird der Grünspecht entschieden forstschädlich. Daß der Racker so wenig Ethik im Leibe hat und nicht lieber Hungers stirbt, anstatt uns den Ameisenspiritus zu gefährden! Schießt ihn ab!*)

Verdächtig erschien auch der Wasserschmätzer (Wasserstar, Wasseramsel), und zwar des Fischraubens. Vollnhofer hat daraufhin seinen Mageninhalt vielfach untersucht und, nach der Zeitschrift der ung. Versuchsanstalt, festgestellt, daß er allerdings Fische frißt, hauptsächlich aber von Insekten, Krustentieren und Weichtieren lebt, also der Fischerei keinen oder nur sehr geringen Schaden zufügt. Sein Körperbau erscheint auch für den Fischfang wenig geeignet. Diesem Urteil schließt sich auch G. von Burg in der neuesten Lieferung des Katalogs der Schweizerischen Vögel**) an. In diesem für den Ornithologen ganz unentbehrlichen, an biologischen Bemerkungen überaus reichen Werke heißt es:

Da die Wasseramsel mit Vorliebe, gleich dem Eisvogel, die der Fischzucht so überaus schädlichen Rückenschwimmer vertilgt, überhaupt meist den größeren schädlichen Wasserinsekten nachstellt und nur ausnahmsweise Fische erwischt, so ist ihr Schutz sehr angezeigt (S. 466).

Es ist dankenswert, daß hier auch der Eisvogel in Schutz genommen wird, da es tatsächlich Narren gibt, die um ihrer erbärmlichen Groschen willen auch dieses Kleinod der Vogelwelt ausrotten möchten. Daß sie noch keine Schußprämien auf seine Erlegung ausgesetzt haben!

*) Zool. Beobachter, 1906, Nr. 11.

**) IV. Lieferung: Braunellen, Schlüpfer, Wasserstare, Meisen, Bern 1907.

Interessante Angaben über die Nutzbarmachung des Straußes in Amerika bringt das „Jahrbuch des Landwirtschafts-Departements". Die außerordentliche Nachfrage der amerikanischen Damenwelt nach Straußenfedern gab den Anstoß zu einer Straußenzucht im eigenen Lande, die, beständig in Zunahme begriffen, in nicht allzu langer Zeit vielleicht den einheimischen Verbrauch selbst decken können wird. Der Strauß gedeiht am besten in dem warmen und trockenen Klima der Südstaaten der Union. Ungefähr 2500 Tiere leben hier in den Straußenfarmen von Arizona, Kalifornien, Florida und Arkansas, sie sollen sämtlich von einem 1891 in Arizona eingeführten Strauße abstammen. Bei guter Alfaweide werden die Tiere weit größer als die zuerst aus Afrika importierten. Der männliche Strauß ist mit dem vierten Jahre, das Weibchen $1/2$ bis 1 Jahr früher ausgewachsen; ihr Gewicht beträgt dann 190 bis 230 Kilogramm, ihre Größe $2 1/2$ bis $3 1/4$ Meter. Das von dem Männchen hergestellte Nest besteht aus einer Erdhöhlung, die das Weibchen erst als Legestätte respektiert, nachdem das Männchen die ersten drei bis vier auf der Erde abgelegten Eier hineingerollt hat. Nachdem das Weibchen in etwa einem Monat 12 bis 16 Eier gelegt hat, beginnt die 42tägige Bebrütung. Die Tiere erreichen bei gutem Grünfutter ein sehr hohes Alter. Sechs Monate alte Strauße gelten 450 Mark das Stück, ein brütendes Paar wird mit 3600 Mark bewertet. Die ersten Federn werden dem Zuchtvogel schon nach einem halben Jahre und danach alle 8 Monate abgenommen, so daß er jährlich etwa 0·7 Kilogramm Federn im Werte von 135 Mark liefert. Die Eier werden zum Teil auch als Nahrungsmittel verwendet.

Zum Schlusse sei nicht unterlassen, auf eine neue, allen Vogelfreunden sicherlich willkommene Schrift des um Schutz und Pflege der Vogelwelt hochverdienten Pfarrers Wilhelm Schuster hinzuweisen, betitelt: Deutsche Käfigvögel. Anweisung zur Pflege, Zucht und Beobachtung der heimischen Singvögel in der Gefangenschaft. Berlin 1907. Der billige Preis ermöglicht jedem die Anschaffung.

Sinne und Intellekt im Tierreich.

Die geistigen Fähigkeiten der Tiere sind fortgesetzt der Gegenstand lebhafter Auseinandersetzungen. Einerseits maßlos überschätzt, werden sie anderseits auf die Stufe des Phonographen und Grammophons herabgesetzt, die mechanisch wiedergeben, was ihnen eingeblasen wird. Daß die tierischen Sinne vielfach weit feiner und wahrscheinlich auch oft in anderer Weise reagieren als die menschlichen, wird wohl allseits anerkannt. Für letzteren Umstand teilt D. Fairchild ein bemerkenswertes Beispiel mit.*)

Danach hatte Prof. Sargent in das Arnold-Arboretum (Gehölzsammlung) bei Boston einige

*) Science, vol. 24 (1906), S. 498.

Exemplare einer neuen Schlingpflanze, der zu den Dilleniazeen gehörenden Actinidia polygama, aus China eingeführt, die wegen ihrer Seltenheit im Gewächshause sorgfältig überwacht wurden. Trotzdem machte sich bald Tierfraß an ihnen bemerklich, und schließlich wurde eine Katze des Gewächshauses dabei ertappt, wie sie nicht nur die kleinen schlanken Triebe, sondern auch die großen holzigen Zweige abfraß. Als man im folgenden Frühjahr über hundert kleine Aktinidien in ein offenes Kalthaus brachte, wurden sie sämtlich von den Katzen der Nachbarschaft bis auf den Grund abgefressen. Keine Stelle des Arboretums blieb vor diesen Verwüstungen sicher, und die wenigen, zwei Jahre alten Pflanzen, die noch übrig sind, müssen durch Drahtnetze geschützt werden. Aber auch dabei wird jedes Blatt und jeder Zweig, der den Tieren durch den Drahtverschluß erreichbar ist, zerkratzt und zerrissen. Die Ursachen dieser Vorliebe der Katzen für eine völlig fremde Pflanze, die keinen wahrnehmbaren Geruch und keinen bestimmten Geschmack hat, wie etwa hiesige Lieblingskräuter der Katzen, Baldrian und Katzenminze, sind völlig verborgen.

Als Beweis für einen merkwürdig ausgebildeten Ortssinn bei Enten erzählt Harro Magnussen folgenden.*)

Anfang der Achtzigerjahre kaufte der Gastwirt Süverkrübbe in Schleswig zwölf Enten auf dem Husumer Markte von einem Bürger. Die Tiere wurden in verdecktem Korbe den etwa 4 Meilen weiten Weg von Husum nach Schleswig im Wagen mitgenommen und bei der Ankunft an den Flügeln ganz kurz beschnitten, so daß sie nicht über die Hofumwehrung fliegen konnten. Am nächsten Morgen waren sie — eine offen stehende Tür hatte ihnen das ermöglicht — vom Hofe verschwunden und wurden auch trotz allen Suchens nicht wiedergefunden. Nach 14 Tagen erhielt der Gastwirt einen Brief von dem früheren Besitzer der Tiere aus Husum: Elf Enten wären bei ihm angekommen, in ganz verhungertem Zustande, sämtliche Federn von der Unterseite des Körpers fehlten usw. Wenn man bedenkt, daß die Gegend zwischen Schleswig und Husum meist mit hohem Heidekraut bewachsen ist, so erscheint die Leistung der Tiere so staunenswert wie rätselhaft.

Die Versuche über den Farbensinn beim Menschen haben auch solche über das Farbenunterscheidungsvermögen bei Tieren zur Folge gehabt. Untersuchungen über den Farbensinn bei einer Meerkatze hat Friedr. Dahl angestellt.**) Er zieht aus seinen Versuchen folgende Schlüsse:

Die graugrüne Meerkatze ist im stande, rot und grün voneinander zu unterscheiden, und zwar als Farben, nicht etwa infolge einer verschiedenen Helligkeit. Ebenso unterscheidet sie weiß von goldgelb. Im Orangefarbigen und im Violetten erkennt sie das Rot, wenn dem ersteren goldgelb, dem letzteren blau als Kontrast gegenübersteht; denn nachdem sie gelernt hatte, die rote Farbe bei Fütterungsversuchen zu meiden, wollte sie von orangefarbiger und violetter Platte gleich von Anfang an nichts nehmen. Das Tier ist ferner im stande, dunkelgrün von schwarz zu unterscheiden. Dagegen kann es schönes Kobaltblau nur äußerst schwer von schwarz unterscheiden, und anscheinend nur als Helligkeitsunterschied. Zu ähnlichem Ergebnis sind einige ältere Forscher bei ihren Untersuchungen an Kindern und an Menschen auf ursprünglicher Kulturstufe gekommen, und Prof. Dahl schien es, als ob die Bewohner des Bismarck-Archipels die blaue Farbe nicht scharf von der schwarzen unterscheiden konnten. In der Natur wird den Affen die Farbenunterscheidung dienlich sein, um im Grün der Bäume die Früchte zu erkennen, vielleicht auch, um schmackhafte Früchte von nicht schmackhaften zu unterscheiden, und in dieser Hinsicht mag für die Meerkatze das Auseinanderhalten von Blau und Schwarz weniger wichtig sein.

Ferner bemerkt Prof. Dahl noch, daß die graugrüne Meerkatze im stande ist, Erfahrungen zu machen, und daß eine zweite Erfahrung gleicher Art weit schneller gemacht wird als die erste. Während anfangs für eine neue Reihe von Erfahrungen 14 Versuche nötig waren, um das Tier zu belehren, bedurfte es später deren nur noch fünf.

Auch über den Farbensinn der Hunde sind neuerdings interessante Versuche angestellt.*) Die Versuche zweier russischer Forscher, A. Samojloff und Antonina Pheophilaktowa, suchten festzustellen, ob der Hund im stande sei, gleich helle farbige und gleich helle graue Gegenstände zu unterscheiden. Es gelang, das Tier so einzuüben, daß es eine grüne Scheibe von einer ganzen, fünfzig verschiedene Helligkeitsnuancen umfassenden Serie grauer Scheiben unterschied; allerdings nicht ohne Fehler, die in einem Falle bis auf 26 Prozent stiegen. Das Ergebnis dieser Untersuchungsreihe ist also, daß der Hund durch vieles Üben dazu gebracht werden kann, die Farbe Grün aus einer Serie grauer Farben herauszufinden.

Obwohl nun der Hund die grüne Farbe zu unterscheiden gelernt hatte, so benützte er dennoch dieses Unterscheidungsvermögen nur unter ihm gut bekannten Bedingungen. Sowie aber die ihm gestellte Aufgabe etwas verwickelter wird, wenn z. B. statt der grünen Kreisscheiben Dreiecke oder Quadrate von grüner Farbe benützt werden, läßt er sich nicht mehr durch die Farbe, sondern durch andere Merkmale des Gegenstandes in seinem Handeln leiten. Sowie anstatt der grünen Kreisscheibe eine Scheibe anderer Form eingesetzt wurde, hat er nicht nach dem Gegenstand von derselben Farbe, sondern nach dem von derselben Form gegriffen, auch wenn er grau war.

Im Anschlusse daran berichtet W. A. Nagel über Versuche, durch die es F. Himstedt gelang, einen Pudel auf das Apportieren von Gegenständen bestimmter, mit Namen genannter Farbe zu dressieren. Die zu apportierenden Kugeln oder Stäbe wurden in zahlreichen Helligkeitsabstufungen von Blau oder Rot gewählt, so daß beide Farben in hellen, mittleren und dunklen Schattierungen vorhanden waren. Gegen Täuschungen durch den Geruchssinn war vorgebeugt.

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 6, Nr. 8.
**) Zoolog. Jahrbücher, Bd. 25 (1907), Heft 2.

*) Zentralbl. f. Physiol., Bd. 21 (1907), Nr. 5 und 7.

Mehrere Kugeln verschiedener Farbe wurden von einer Veranda in den Garten geworfen und der Hund dann mit dem Rufe: Such Rot! losgelassen. Aus einer großen Zahl verschiedenartiger heller und dunkler Kugeln erkannte er die rote sofort, auch wenn sie im Grase lag, und nahm direkt die Richtung auf sie. Warf Prof. Himstedt außer blauen und grünen Gegenständen mehrere Rot verschiedener Schattierung gleichzeitig, so holte der Hund zuerst die feuer- oder scharlachroten; waren solche nicht dabei oder schon apportiert, so holte er auch helles Erdbeerrot, ferner Karminrot, darunter auch ganz dunkle Nuancen. Auch ein leuchtendes Orange ließ er noch als Rot gelten, wiewohl zögernd und nur dann, wenn die rein roten schon weg waren. Das Tier faßte die Bezeichnung Rot also ähnlich weit wie ein $2^1/_3$jähriges Kind, dessen Farbensinn Nagel in ähnlicher Weise geprüft hat. Blau und Grau waren dem Hunde in allen Helligkeitsstufen von Rot ganz wesentlich verschieden. Es passierte ihm in dieser Hinsicht nach vollendeter Dressur keine Verwechslung. Dagegen apportierte er auf den Ruf: Such! Verloren! gehorsam alle Kugeln.

Prof. Himstedt hat durch Fortsetzung dieser Versuche den Hund dahin gebracht, daß er auf Kommando unter verschiedenfarbigen Gegenständen die roten, blauen oder grünen heraussuchte. Bei den getroffenen Vorsichtsmaßregeln scheint hiedurch für den Hund, der dazu benützt wurde, der strenge Beweis des Farbenunterscheidungsvermögens erbracht zu sein.

Für Stimmlaute besitzt das Tier offenbar ein feines Unterscheidungsvermögen, ein Punkt, auf den Dr. J. Gengler in einem Aufsatze über Lautverständnis und Sprachkenntnis der Tiere aufmerksam macht.*) Besitzt doch das freie, vom Menschen unabhängig lebende Tier schon in den ihm von der Natur verliehenen Tönen eine Art Sprache, in der es sich mit seinen Artgenossen verständigen kann. Beim engen Zusammenleben verschiedener Tierarten lernen durch Erfahrung und Selbsterhaltungstrieb die Tiere manche Laute fremder Arten, insbesondere deren Warnsignale kennen und beachten. Das „wilde Tier" ist also schon an und für sich empfänglich für Stimmlaute und lernt solche aus Nützlichkeitsgründen merken und befolgen. In der Gefangenschaft und Pflege des Menschen ist es nun, soll es sich nicht unbehaglich oder vereinsamt fühlen, geradezu darauf angewiesen, die Töne und Laute der menschlichen Stimme und Sprache verstehen zu lernen, wobei allerdings weniger das Tier als der pflegende und zähmende Mensch die aktive Rolle spielt.

Soll ein gezähmtes Tier Freude machen, so muß es vor allem seinem Pfleger aufs Wort gehorchen. Zu dem Zwecke ist dem Tiere das Verständnis für den Tonfall der menschlichen Stimme beizubringen, es ist an bestimmte Worte zu gewöhnen, deren jedes ihm genau eine gewisse Tätigkeit vorschreibt, wie „kusch!" „gib Pfötchen!", „singe!" und ähnliches. Hiebei kommt es allein auf das Wort an; dieses ohne besondere Betonung ausgesprochen, muß jedesmal beim Tiere die verlangte Tätigkeit auslösen. Dabei lobt oder tadelt der Lehrende je nach Bedarf, und hiebei kommen nun nicht die gebrauchten Worte in Betracht, sondern allein der Tonfall der Stimme. Das Tier merkt sofort am barschen oder drohenden Tone, daß sein Herr unzufrieden ist und benimmt sich danach, während es beim Gebrauche derselben Worte in freundlichem Tone seine Freude darüber sichtbar äußert. So wird also unter Lob und Tadel das abzurichtende Tier lernen, auf die menschlichen Worte zu hören und das, was diese ausdrücken, sicher und ohne Zaudern befolgen.

Ist nun ein solches Tier mit deutschen Lauten erzogen, so kann es naturgemäß nur solchen gehorchen, nicht aber denen einer anderen Sprache. Es kann also nur deutsch, wird man nicht so ganz mit Unrecht sagen. In einem zweisprachigen Lande, wie z. B. Lothringen, kann man diese Beobachtung täglich machen. Das mit französischen Lauten erzogene Tier reagiert nur auf solche, das deutsche auf deutsche. Besonders die kleinen Hunde, die gern allen Leuten zutunlich sind, kommen auf ein freundlich gerufenes „Komm, Hunderl!" nicht herbei; sowie sie aber „Ici, mon joli!" hören, wedeln sie mit dem Schweife und geben zu erkennen, daß sie den Zuruf verstanden haben. Genau so ist es mit Pferden und gezähmten Papageien.

Es gibt nun aber eine ganze Menge von Tieren, die zwei und vielleicht noch mehr Sprachen verstehen. Kommt das an deutsche Laute gewöhnte Tier in die Hände eines Ausländers und ist nun gezwungen, die ihm bisher unverständlichen Rufe kennen zu lernen und zu befolgen, so vergißt es darüber doch die zuerst erlernten Laute und Worte nicht und reagiert, oft nach langer Zeit, sofort wieder auf die ihm noch bekannten deutschen Laute in richtiger Weise. Solche zwei- oder mehrsprachigen Tiere sind besonders für Artisten brauchbar, da sie gleich verwendet werden können, ohne erst mit der Erlernung anderssprachiger Kommandoworte Mühe zu verursachen.

So kann man nach Dr. Gengler mit vollem Ernste und ganz mit Recht von Sprachkenntnissen der Tiere sprechen, ohne damit sagen zu wollen, dies oder jenes Tier verstehe tatsächlich diese oder jene menschliche Sprache.

Dieses Lautverständnis wird bei einigen wenigen Tieren ergänzt durch die Fähigkeit, die menschlichen Laute und Worte wiederzugeben. Am hervorragendsten in dieser Hinsicht sind die Rabenvögel und die Papageien. Sind sie deshalb geistig begabter als die nichtsprechenden Tiere? Anscheinend ja. Eine Abhandlung von Dr. A. Denker im „Organ der kais. Leop. Karl. dtsch. Akad. d. Naturf." sucht die Frage zu lösen, ob die Gehör- und Sprechapparate des Papageis und anderer sprechender Vögel anatomische Abweichungen von denen nicht sprechender Vögel aufweisen, und ob ihr Ohr sich im Baue dem des Menschen irgendwie nähert.*) Das Papageiohr eignet sich für derartige Untersuchungen ganz besonders, weil es im

*) Die Umschau, 11. Jahrg. (1907), Nr. 27.

*) Die Umschau, Bd. 11, Nr. 31.

Mittelohre und Labyrinth einfachere Verhältnisse aufweist als das Ohr der Säugetiere.

Die Untersuchung Dr. Denkers zeigt, daß für die Erlernung der Sprache nun keineswegs die Intaktheit sämtlicher einzelnen Teile des verwickelten Hörapparats erforderlich ist. Ist nur die Steigbügelplatte in ihren Schwingungen nicht absolut gehindert, so kann der größte Teil der Schalleitungskette fehlen, ohne daß der Aneignung der Sprache Schwierigkeiten entgegenstehen. Auch den Teilen des inneren schallempfindenden Ohres, des Labyrinths, scheint keine besondere Bedeutung für die Erlernung des Sprechens zuzukommen.

Bei der vergleichenden Untersuchung der Gehörorgane des Huhnes, der Gans und der Papageien haben sich nur ganz unwesentliche und für die physiologische Funktion des Hörens jedenfalls bedeutungslose Unterschiede ergeben. Die anatomische Untersuchung des Gehörorgans der Papageien ergibt also keine Anhaltspunkte dafür, daß es besser und zweckmäßiger für die Wahrnehmung des Schalles entwickelt und gestaltet sei als das Ohr der übrigen Vögel. Daraus lassen sich zwei Schlüsse ziehen: erstens, daß auch die übrigen Vögel im stande sind, mit ihrem Gehörapparat die Laute der menschlichen Sprache aufzunehmen, und zweitens, daß die Befähigung der Papageien, die menschliche Sprache zu reproduzieren, nicht auf einer besonderen Ausbildung ihres schallaufnehmenden und schalleitenden Apparats beruht.

Die Befähigung der Papageien, die menschliche Sprache wiederzugeben, erkennt Denker einerseits in den Wölbungsverhältnissen der Mund- und Rachenhöhle, anderseits in einer besonderen Ausbildung und Entwicklung der Muskulatur der Zunge. Ebenso wird die Sache bei den Rabenvögeln liegen, denen man früher das Zungenband lösen zu müssen glaubte, um sie zum Sprechen zu bringen, eine jedenfalls ganz unnötige Quälerei.

Gerade das Sprechen der Papageien, das Anbringen der gelernten Worte bei passenden Gelegenheiten, das uns bei sprechenden Vögeln so große Freude verursacht, wird vielfach als Zeichen eines hochentwickelten Verstandes angesehen. Dennoch erweisen sich, wie Prof. Dahl gelegentlich der oben angeführten Mitteilung H. Magnussens über den Opfermut einer Grasmücke bemerkt, die scheinbaren Verstandeshandlungen meist als Instinkthandlungen. Ein gutes Beispiel dafür ist der Nestbau, der sich den gegebenen Verhältnissen meist in äußerst vollkommener Weise anpaßt. Da aber die jungen Vögel gleich das erste Nest kaum weniger vollkommen bauen als die alten, da ferner oft nur das eine Geschlecht den Bau besorgt, kann von einem Erlernen gar nicht die Rede sein. Der Anblick des Nestes kann dem jungen Vogel unmöglich genügen, um es später ebenso herstellen zu können. Man denke nur an das eigentümliche, innen ausgemauerte Nest der Singdrossel. Wie sollte wohl der junge Vogel, während er in dem Neste heranwächst, in dem Mörtel die Zusammensetzung aus Teilchen morschen Holzes erkennen können, wenn sie sogar dem Menschen lange Zeit unbekannt blieb.



Aufklettern



Abrutsch

der Hündin „Lulu".

Das Vortäuschen der Flugunfähigkeit beim Neste ist unter den Vögeln ebenso verbreitet wie das Sichtotstellen unter den Insekten. Wir müssen also annehmen, daß dieser Instinkt bei früheren Generationen entstanden ist, indem anfangs die Aufmerksamkeit der Feinde durch ein ungeschicktes Abfliegen in einem geringen Maße vom Neste abgelenkt wurde, daß das ungeschickte Ab-

fliegen sich vererbte und immer mehr vervollkommnete, da immer diejenigen Jungen am meisten Aussicht hatten, den Feinden zu entgehen und zur Fortpflanzung zu gelangen, deren Mutter am ungeschicktesten abflog und Flugunfähigkeit vortäuschte. Das, was wir heute in dieser Hinsicht an den Vögeln so sehr bewundern, entstand also wohl durch natürliche Zuchtwahl im Laufe vieler Generationen.

Zu welchen Leistungen ein Tier durch geschickte Kreuzung und Auswahl gezüchtet werden kann, zeigen zwei Abbildungen eines kletternden Hundes: Aus der 4 Meter über dem Boden befindlichen Astgabel eines dünnen, sehr glatten Birnbaumes soll Lulu, eine im Besitze des Herrn Friedrich in Mittel-Berbach befindliche Hündin, einen Zweig apportieren. Zum Springen ist das zu hoch, auch hat die Dame das gar nicht nötig; sie klettert an dem glatten Stamme in die Höhe und rutscht dann, wie das zweite Bild zeigt, gewandt herunter. Das Tier hat, wie der Besitzer mitteilt, sogar 5·3 Meter hohe astfreie Kiefern erklettert. — Bei solchen Erfolgen, bemerkt „Die Umschau" (10. Jahrg., Nr. 45) wird es nicht mehr lange dauern, und die Katzen sind selbst auf den Bäumen nicht mehr vor Lulu oder ihren hoffnungsvollen Sprößlingen sicher.

Daß das Gemütsleben in der höheren Tierwelt nicht fehlt, teilweise sogar zu beträchtlicher Tiefe entwickelt ist, beweisen neben den Vorkommnissen des täglichen Umganges mit Tieren jene Fälle, in denen ein Tier seinen gestorbenen Herrn oder den verlorenen Gatten so sehr vermißte und betrauerte, daß es ihm, Speise und Trank verweigernd, bald in den Tod nachfolgte. Daß das Mitleid wenigstens als sozialer Instinkt auch in der sogenannten niederen Tierwelt nicht fehlt, beweist folgende ungemein anziehende Beobachtung von Hans Siegert über den Samariterdienst bei der Waldameise.*)

Auf einer Bank in der Nähe von Gertenstein am Vierwaldstätter See sitzend, machte er bei einem gelegentlichen Blicke zur Erde die betrübende Entdeckung, daß er mit seinen ungefügen Bergschuhen zahlreiche Ameisen in den lehmigen Boden getreten hatte. Die Nachricht von dem angerichteten „Blutbade" mußte sich sehr schnell verbreitet haben, denn schon wimmelte das Schreckensfeld von den kleinen flinken Tierchen, bei deren auffallend geschäftigem Hin- und Herlaufen es sich um nichts anderes handelte, als um die Rettung und Bergung der Verunglückten.

Zunächst galt der Samariterdienst den noch zum Teil in der Erde Begrabenen. Sobald die Suchenden eine solche Unglückliche entdeckt haben, fassen sie zu und ziehen die Ärmste mit vereinten Kräften ans Tageslicht. Von einer einzelnen Ameise wird sie dann davongetragen. Die Trägerin überwindet alle Hindernisse, klettert, macht Umwege, verliert dabei aber nie die Richtung zum Neste aus dem Auge.

An einer Stelle stehen drei Ameisen beisammen, untätig, wie in Beratung. Von Zeit zu Zeit senken sie die Köpfe, als ob sie in der Erde graben wollten. Sollte hier etwa eine Verunglückte begraben liegen? Siegert gräbt mit seinem Messer nach und findet etwa einen halben Zentimeter tief eine Ameise, schwer verwundet, zu einem Klümpchen zusammengeballt. Er befreit die Unglückliche von der Erde und übergibt sie den Samariterinnen, die sie sofort in Empfang nehmen und forttragen. Eine weitere Ausgrabung hat dasselbe Ergebnis.

Ein seltenes Beispiel von Opfermut gibt eine Ameise, die der Beobachter soeben aus dem Lehme geschält hat. Obwohl selbst so schwer verletzt, daß sie sich nur mit Mühe fortbewegen kann, beteiligt sie sich doch lebhaft an der Rettung einer verunglückten Nachbarin, die noch zur Hälfte in der Erde steckt. Eine andere Ameise, die statt des Hinterleibes nur einen kurzen Stumpf trägt — eine frühere schwere Verletzung scheint demnach gut verheilt zu sein — zeigt besonderen Eifer beim allgemeinen Rettungswerke. Nach einer Stunde ist die letzte der Begrabenen zu Tage gefördert, und nun gehen die Ameisen daran, auch die freiliegenden verletzten Schwestern zu bergen. Bald ist das Unglücksfeld rein von Verwundeten; nur eine noch zappelnde und sich krümmende Ameise empfängt keine Hilfe. Stammt sie vielleicht aus einem anderen Neste?

*) Die Umschau, 11. Jahrg., Nr. 37.

Insektenleben.

Nächst den Vögeln zieht wohl die so überaus artenreiche Welt der Insekten den Forschungseifer des Naturliebhabers am lebhaftesten an. Gibt es doch hier trotz aller schon vorliegenden Beobachtungen noch immer neue Tatsachen zu beobachten und Entdeckerfreuden zu genießen. Vielen Lesern wird daher der Hinweis auf einige neuere Arbeiten auf diesem Felde willkommen sein, um so mehr, als fast jede derartige Untersuchung neue Fragen und Probleme ins Dasein ruft.

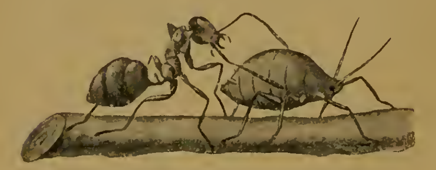
Beginnen wir mit den Ameisen und ihren Milchkühen, den Blattläusen, über die eine biologische Skizze des Privatdozenten A. Mordwilko*) vorliegt.

Die Wichtigkeit der Blattläuse für manche unserer heimischen Ameisenarten ist längst bekannt. Die Blattläuse, deren Saugrüssel dem Pflanzengewebe fast unaufhörlich große Mengen Saft entzieht, locken die Ameisen durch ihre flüssigen süßschmeckenden Exkremente an, die sie durch die Analöffnungen am Hinterleibsende in Gestalt heller kugelförmiger Tröpfchen hervortreten lassen. Wenn solche Tröpfchen in großer Zahl auf die Blätter von Gewächsen herabfallen, so bilden sie, austrocknend, eine klebrige glänzende Schicht auf ihnen, den sogenannten Honigtau. Dieser stellt, da er außer einer geringen Menge von Eiweißstoffen, Schleim u. dgl., noch zahlreiche zuckerartige Stoffe enthält, für die Ameisen ein wertvolles Nährmaterial dar. Letztere tun deshalb auch alles mögliche, um sich den ungestörten Besitz einer Blattlauskolonie zu sichern.

Nur in Anwesenheit von Ameisen lassen die Blattläuse die Tröpfchen langsam aus den Anal-

*) Biolog. Zentralblatt, Bd. 27 (1907), Nr. 7 und 8.

öffnungen treten, während sie dieselben mit einer gewissen Gewalt von sich schleudern, wenn jene nicht zugegen sind. In der Art der Ausscheidung der Exkremente lassen sich bei den einzelnen Formen der Blattläuse gewisse Verschiedenheiten nachweisen. Die Arten, welche zwar nicht von Ameisen besucht werden, aber doch an offenliegenden Pflanzenteilen leben, spritzen die Tröpfchen von sich; die dagegen, welche häufig oder sogar beständig von Ameisen besucht werden, lassen diese Tröpfchen in Gegenwart von Ameisen, die sie an den leise tastenden Berührungen mit den Fühlern wahrnehmen, nur langsam hervortreten, wobei die Tröpfchen durch besondere am äußersten Ende des Hinterleibes stehende Härchen aufgehalten werden. Einige Blattlausarten endlich, die in beständiger Gesellschaft mit irgend einer Ameisenart leben, lassen nach Mordwilkos Beobachtungen die Honigtautröpfchen sogar in Abwesenheit der Ameisen nur langsam austreten, weshalb diese Tröpfchen auch häufig an den Hinterleibshärchen dieser Blattläuse zu beobachten sind (zu diesen Arten gehören einige große



Ameise, eine Blattlaus melkend.

Arten der Gattung Stomachis, die in den Rissen und unter der Rinde von Pappeln, Weiden, Eichen, Birken und anderen Bäumen leben, und verschiedene Wurzelläuse, wie Trama radicis, Pemphigus caerulescens, Pentaphis, Aphis farfarae u. a.).

Eifersüchtig bewachen alle Ameisen die von ihnen besuchten Blattläuse und leiden nicht, daß fremde Ameisen ihre Milchkühe melken. Bald vertreiben sie sie mit Gewalt, in anderen Fällen, wie bei einigen Lasius- und Myrmicaameisen, bauen sie mit Erde bedeckte Gänge zu den Gewächsen, auf denen die von ihnen kultivierten Blattläuse saugen, und schließen bisweilen sogar die an den Stengeln sitzenden Blattläuse in solchen Erdgalerien ein. Dabei werden diese Galerien häufig zu kleinen Hütten erweitert, die gleichzeitig als Wohnort der Blattläuse und als Raum für das Aufziehen der Ameisenlarven dienen, die von den Arbeiterinnen zu gewissen Tagesstunden hieher getragen werden.

Gleich der nur auf Kosten der allergrößten, zur Gattung Stomachis gehörenden Blattläuse lebenden Ameise Lasius brunneus beziehen auch die gelben Lasiusarten (flavus, umbratus u. a.), die eine unterirdische Lebensweise führen, ihre Nahrung ausschließlich von den durch sie kultivierten Wurzelläusen. Bloßgelegt, werden diese Milchkühe von den zur Stelle befindlichen Ameisen mit den Kiefern ergriffen und unter die Erde gezogen, wobei die Läuse sich ganz ruhig verhalten und die Beine an den Körper legen. Ja nicht selten kann man beobachten, wie die Ameisen die Wurzeln von der daranhaftenden Erde reinigen und die Blattläuse an die Wurzeln setzen, worauf sie alsbald beginnen, die Früchte ihrer Tätigkeit zu genießen.

Einige gelbe Ameisen begnügen sich nicht damit, Wurzelläuse zu pflegen, sondern sie sammeln in ihren Nestern auch noch Eier von Blattläusen an, die sie auf der Erde finden, und pflegen diese sorgfältig daselbst. Andere Arten, deren Blattläuse ihre Eier in den Gängen der Ameisen selbst ablegen, wo die im Frühjahr ausschlüpfenden Tierchen denn auch anfangen zu saugen, zu wachsen und sich zu vermehren, kümmern sich um die Eier gar nicht, da letztere ja schon an Orten abgelegt werden, wo ihnen keine Gefahr droht.

Bemerkenswert ist auch die Eigenschaft einiger Ameisenarten, den geflügelten Individuen der von ihnen besuchten Blattläuse die Flügel abzubeißen, die den Hinterleib dachförmig bedecken und häufig beträchtlich über das Hinterleibsende hervorragen, so daß sie den Ameisen bei der Erlangung der flüssigen Exkremente hinderlich sind. Augenscheinlich, um ein solches Hindernis zu beseitigen, beißen einige Arten, wie Lasius niger, vielleicht auch flavus und umbratus, diese Flügel ab.

Nachdem wir gesehen, wie großen Nutzen die Ameisen von den Blattläusen haben, liegt die Frage nahe, ob auch letztere irgend einen Vorteil aus der Berührung mit den Ameisen ziehen, und wenn das der Fall, welcher Art dieser Nutzen ist. Damit ist auch zugleich die Frage beantwortet, zu welcher Kategorie von Erscheinungen die gegenseitigen Beziehungen zwischen den Ameisen und Blattläusen gehören. Einige besondere Unterschiede im Hinterleibsbau der von Ameisen besuchten und der nicht besuchten Blattläuse zeigen, daß sich bei den zu Milchkühen dienenden besondere Eigentümlichkeiten einzig und allein zum Zwecke einer intensiveren Anlockung der Ameisen herausgebildet haben, daß also der Ameisenbesuch von großem Vorteil für die Blattläuse sein muß.

Die wehrlosen Wesen haben eine ganze Reihe von Feinden, gegen welche ihnen nur die Ameisen einen hervorragenden Schutz gewähren, vor allem die kriegerischen und fleischfressenden Arten. Diese letzteren greifen andere Insekten an und töten sie nach Möglichkeit, während sie den Blattläusen selbst, von denen sie ihre Nahrung beziehen, nicht das Geringste zuleide tun.

In jenen Fällen, wo die Ameisen um die von ihnen besuchten Blattläuse aus Erde gefertigte Bauten oder Gänge errichten und sie auf diese Weise gänzlich von der Außenwelt abschließen, sind die Blattläuse ebenfalls vor ihren Feinden und Parasiten geschützt. So schließt z. B. Lasius brunneus die von ihm kultivierten Blattläuse fast gänzlich von ihren Feinden ab und nützt ihnen dadurch mehr als die kriegerischen Arten, während die unkriegerischen, offenliegende Blattlauskolonien besuchenden Ameisenarten ihren Milchkühen verhältnismäßig wenig Nutzen bringen.

Nun fragt es sich noch, welchen Nutzen denn die eigentlichen, durch ihren Aufenthaltsort schon fast gänzlich vor ihren Feinden geschützten Wurzelläuse durch ihre Abhängigkeit von den Ameisen haben. Diesen Läusen können die Ameisen schon dadurch nützlich werden, daß sie sie von ihren

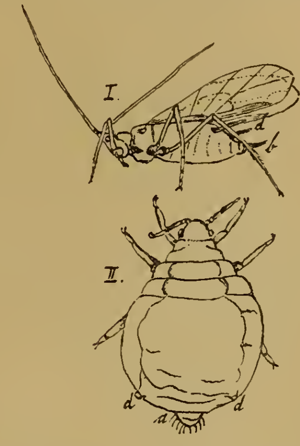
Exkrementen befreien, die andernfalls durch ihre Klebrigkeit sowohl die Blattläuse selbst wie deren Behausungen verunreinigen könnten, da sie die Flüssigkeit nicht weit wegspritzen können. Einen bedeutend größeren Nutzen bringen ihnen aber die Ameisen dadurch, daß sie ihnen unterirdische Pflanzenteile, auf deren Saft sie angewiesen sind, von Erde reinigen und bloßlegen, ja daß sie sogar die Blattläuse nach neuen für das Saugen geeigneten Plätzen hinüberbefördern.

Während die von Ameisen besuchten Blattlausarten der Schutzmittel gegen ihre Feinde entbehren, sind bei den nicht besuchten Arten gewisse Vorrichtungen vorhanden, die man als Schutzmittel auffassen muß. Dazu gehören z. B. die sogenannten Dorsalröhrchen, die man früher irrtümlicherweise als die Saftröhrchen auffaßte und bezeichnete. Sie scheiden aber in Wirklichkeit nicht den süßen, von den Ameisen begehrten Saft aus, sondern runde Kügelchen von eigentümlicher, wachsähnlicher Substanz, die beim Austritte aus dem Röhrchen flüssig ist, an der Luft aber sehr rasch erstarrt. Offenbar verursacht es einem Feinde, der sich mit dieser Ausscheidung die Kiefern oder den vorderen Teil des Kopfes beschmiert, eine große Unbequemlichkeit, sich von der rasch trocknenden Substanz auf irgend eine Weise zu befreien. Diese mehr oder weniger beweglichen Rückenröhrchen sind besonders stark bei denjenigen Blattläusen entwickelt, die nicht von Ameisen besucht werden und auch auf andere Weise nicht vor den Überfällen ihrer Feinde geschützt sind (z. B. bei den Gattungen Siphonophora, Rhopalosiphum u. a.). Bei denjenigen dagegen, die von Ameisen besucht werden, und vor allem bei Arten, die diesen Besuch in besonders starkem Maße erhalten, sind die dorsalen Röhrchen verhältnismäßig schwach entwickelt.

Durch Dorsalröhrenschutz scheinen besonders die schwerfälligen, in großen Kolonien dicht aneinander gedrängt lebenden Arten der eben genannten Gattungen ausgezeichnet zu sein; denn nur sie sind von den zwar mit Füßen versehenen, zu rascherer Fortbewegung aber unfähigen Larven der Marienkäfer und Florfliegen und den wenig beweglichen fußlosen Syrphidenlarven hervorragend bedroht. Andere Arten, die mehr vereinzelt leben, leichter beweglich sind oder sich durch die Befähigung auszeichnen, sich leicht zur Erde fallen zu lassen, entbehren der Dorsalröhrchen, an deren Stelle nur kleine Höcker oder einfache Öffnungen zu finden sind.

Mordwilko wirft schließlich die Frage auf, warum sich die Fähigkeit, Ameisen anzulocken, nicht bei allen Blattläusen und nicht einmal bei allen koloniebildenden und offenlebenden Arten derselben herausgebildet hat, während sich bei den Gattungen Siphonophora, Rhopalosiphum, Hyalopterus und einigen anderen sogar in Gestalt eines langen Fortsatzes am Hinterleibe eine Eigentümlichkeit des Körperbaues entwickelt hat, die gleichsam ausschließlich dahin zielt, den Ameisen das Ablecken der Exkrementtröpfchen dieser Arten unmöglich zu machen.

Wahrscheinlich spielte bei den ersten Entwicklungsvorgängen in den gegenseitigen Beziehungen der Ameisen und Blattläuse die Beschaffenheit jener Ausscheidungen, die bei den einzelnen Gattungen ziemlich verschieden zu sein scheint, eine gewisse Rolle. Sind die Exkremente der Blattläuse mehr oder weniger verlockend für Ameisen, so daß die Blattläuse im stande waren, starke und fleischfressende Ameisen anzulocken, so wird es für sie außerordentlich vorteilhaft, sich einen beständigen und eifrigen Besuch solcher Gäste zu sichern. So haben sich dann schließlich als Ergebnis der natürlichen Auslese, d. h. des Überlebens der Individuen oder Tierformen, die den gegebenen Umständen am besten



I. Geflügeltes Weibchen von Siphonophora pisi. II. Auf Wurzeln lebendes ungeflügeltes Weibchen von Pemphigus caerulescens. *d* = Dorsalröhrchen, *b* = Schwänzchen. *a* = Härchen an der Analöffnung.

angepaßt waren, bei einigen Blattläusen Eigentümlichkeiten des Baues und der Lebensweise herausgebildet, die fast ausschließlich auf einen Besuch dieser Formen durch Ameisen berechnet sind. Andere Arten, deren Exkremente weniger anlockend waren, die daher nur wenig Besuch seitens starker Ameisenarten oder auch nur Besuche schwächerer, keinen Schutz gegen Räuber bietender Arten empfingen, konnten schließlich wohl gar einen Vorteil davon haben, den Besuch durch Ameisen, der ihnen keinen wesentlichen Vorteil bot, gänzlich zu beseitigen. So mag sich der schwanzförmige Fortsatz bei den oben erwähnten Gattungen herausgebildet haben als ein spezieller, gegen den Ameisenbesuch gerichteter Apparat.

Mordwilko verweist auf Grund aller dieser Betrachtungen die Beziehungen zwischen Ameisen und Blattläusen in die Kategorie derjenigen Erscheinungen, die einige Forscher als Symbiose, andere als Mutualismus (gegenseitiges Aufeinanderangewiesensein) bezeichnen.

Wie unwillkommene Gäste die Ameisen bisweilen beherbergen müssen, zeigt ein Bericht G. Hagmanns über einen südamerikanischen Schmetterling als Ameisengast, den Spinner Pachypodistes goeldii.*) Dieser macht seine

*) Biol. Zentralbl., Bd. 28 (1907), Nr. 11.

Entwicklung in den auf Bäumen befindlichen, aus Karton fabrizierten Nestern einer Ameise aus der Gattung Dolichoderus durch, wobei sich mehrere vortreffliche Anpassungen an das Zusammenleben mit den Ameisen herausgebildet haben. Diesmal scheinen jedoch die Ameisen allein der leidende Teil

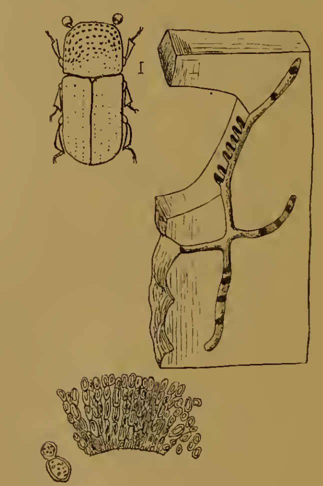


Schmetterling als Ameisengast.
Oben kurz nach dem Ausschlüpfen. Unten das ausgewachsene Tier.

zu sein. Die Raupen verfertigen aus zwei genau aufeinanderpassenden Schalen bestehende Gehäuse, die nur an einer Stelle offen bleiben und hier der Raupe die Verbindung mit der Außenwelt gestatten. Aus diesem Ende des schon gleich nach dem Ausschlüpfen angefertigten und allmählich vergrößerten Verpuppungsgehäuses, das offenbar eine Schutzvorrichtung der Raupe gegen die Angriffe ihrer mordlustigen Wirte darstellt, streckt sie den Kopf heraus, um von der Papiermasse des Ameisennestes zu fressen. Eine weitere wohl einzig dastehende Schutzanpassung zeigt der auskriechende Schmetterling. Er ist nämlich mit etwa 3 Zentimeter langen, goldgelben, senkrecht abstehenden Haaren dicht besetzt, an der ganzen Körperoberfläche nebst den Beinen und den noch nicht völlig entfalteten Flügeln. Dieser Pelz sitzt aber so locker, daß er bei der leisesten Berührung abfällt. Machen sich nun die Ameisen über den auskriechenden Schmarotzer her, so erwischen sie statt seiner nur ein Büschel Haare, und der Schmetterling gewinnt Zeit, sich den Kiefern seiner Verfolger zu entziehen und ihren Bau zu verlassen.

Eine der Ameisen, welche die von den Blattläusen abgelegten Eier im Herbste in ihre Nester holt und bis zum folgenden Frühjahr aufhebt, ist die gelbe Ameise (Lasius flavus). Ihre Nester zeigen nach den Berichten hervorragender Ameisenforscher *) auf hohen Bergen fast ausnahmslos eine ostwestliche Orientierung, die ihnen den Namen Boussole de Montagnard, Kompaß des Älplers, eingetragen hat. Sie sind steiler gegen Osten als gegen Westen und nicht kreisrund im Grundrisse, sondern ovoid, der Eiform angenähert. Der Zweck dieser Richtungslage und des verschiedenartigen Abfalles ist der, eine erhöhte Ausnützung der Sonnenstrahlen zu ermöglichen, was bei der in höheren Gebirgslagen niederen Durchschnittstemperatur für das Gedeihen der Puppen erforderlich sein wird. Demselben Zwecke dient auch dort die größere Höhe der Erdnester.

Daß die Ameisen sich in manchen Gegenden durch eine ausgedehnte Pilzzucht einen größen Teil ihrer Nahrung innerhalb der Nester selbst anbauen, ist schon in früheren Jahrbüchern (II, S. 254, IV, S. 152) erzählt. Neuerdings sind ihnen in Gestalt pilzzüchtender Borkenkäfer Rivalen erstanden, die ihre Sache anscheinend nicht schlechter verstehen. Einer Arbeit Dr. M. Hagedorns über diese Tierchen**) zufolge müssen die Pilzzüchter von den eigentlichen Borkenkäfern unterschieden werden. Letztere, die Rinde fressen und daher mit respektablen Unterkiefern ausgestattet sind, legen ihre Gänge zwischen Rinde und Splint des Baumes an, brüten daselbst und ernähren sich



Pilzzüchtender Käfer (stark vergrößert), ein Bohrgang und Pilzrasen (vergrößert). Xyloterus retusus.

von der Substanz des Baumes. Erstere, die Pilzzüchter, führen ihre in allen Verzweigungen gleichmäßig dicken Wohn- und Brutgänge tief ins Holz hinein, sind also Holzbohrer. Der Mutterkäfer fertigt allein die Wohnung an, die also seinem Umfange entspricht und vollkommen frei von Bohrmehl und sonstigen Auswurfsstoffen gehalten wird.

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 6, Nr. 25.
**) Naturw. Wochenschr., Bd. 6, Nr. 19.

Dagegen finden sich in ihren Gängen Pilzrasen, die an den Wänden haften und in deren Umgebung das Holz schwarz verfärbt erscheint. Einige dieser Holzbohrer bieten auch interessante, mit der Pilzzucht eng zusammenhängende Besonderheiten dar; sie entwickeln eine ausgebildete Brutpflege, wie sie wohl bei den staatenbildenden Bienen, Ameisen und Termiten bekannt ist, bei Käfern aber sehr überraschend wirkt. Die Gattungen Platypus und Xyleborus legen Familienwohnungen an, in denen im nämlichen Raume Eier, Larven, Puppen, junge und alte Käfer gemeinsam bunt durcheinander leben, während bei den Gattungen Xyloterus, Corthylus und Pterocyclon eine wohlgeordnete Brutpflege besteht: der Mutterkäfer nagt für jede Larve eine eigene Zelle, in der er diese mit dem von ihm gezüchteten Pilze füttert.

Alle von den Borkenkäfern gezüchteten Pilze sind sehr saftig und zart, besonders die durchsichtigen, wie Tautropfen glänzenden Conidien oder Brutknospen, die Organe der vegetativen Vermehrung. Diese werden zur Zeit des besten Wachstums massenhaft produziert, so daß dann die Wände der Freßgänge wie mit Rauhreif überzogen aussehen. Die jungen frischen Fruchtträgerspitzen mit den kugeligen Conidien bilden nun die Hauptnahrung der jungen Larven, sie rupfen sie ab wie Kälber die Blütenköpfchen des Klees. Nicht so verschwenderisch verfahren die alten Käfer; sie weiden den Pilzrasen bis zum Boden ab, von wo aus er wieder von neuem emporsprießt. Damit er zart und schmackhaft bleibt, muß er kurz gehalten werden, ferner auch wegen der zu schnellen Reife der Sporen, die, nachdem die Conidien geplatzt sind, alles überstreuen und anfüllen und eine Erstickungsgefahr für die Bewohner schaffen. Derartige Fälle treten dann ein, wenn eine Familie so geschwächt ist, daß sie nicht fähig bleibt, das Wachstum der Pilze in Schranken zu halten. Dann tritt Überproduktion ein und die Tierchen ersticken, nachdem sie in Todesangst die ganzen Pilzkulturen zu Brei zerstampft und dabei Eier und Larven zertreten haben, in dieser kleisterartigen Substanz.

Die Pilze wachsen nun keineswegs zufällig oder gelegentlich in den Käferwohnungen — vielmehr ist ihre Aussaat, ihr Wachstum, ihre Reife ganz der Aufsicht des Mutterkäfers unterworfen, der die Pilzgewebefäden auf sorgfältig zubereiteten Beeten von Holzbohrmehl anpflanzt und, gleich den pilzzüchtenden Ameisen, sogar düngt. Bewundernswert ist die komplizierte Brutpflege dieser meist nur 1 bis 2 Millimeter langen Tierchen, auf die wir hier nicht näher eingehen können.

Gleicher Sorgfalt in der Brutpflege dürfen sich in der Käferwelt vielleicht nur noch die Pillenkäfer rühmen, die Dungkäfer aus der Familie der Skarabäiden, die man in südlichen Gegenden oft bei der Arbeit sieht. Sie raffen nach der Schilderung von Prof. H. Kolbe an Orten, wo pflanzenfressende Säugetiere weiden, frischen Dungstoff zusammen und verarbeiten ihn durch Kneten, Pressen und Schaben zu der kugelförmigen Pille. Um den feuchten Inhalt vor Verdunstung zu schützen, bekommt die Dungkugel eine Schutzhülle aus Erdstoffen. Durch Rollen befördert der Käfer die Pille in ein Erdloch, eine zu diesem Zwecke eingerichtete Höhle nahe unter der Erdoberfläche. In eine nachträglich eingelassene Mulde der Pille, die bis nahe an den Dungstoff heranreicht, legt das Tier nur ein Ei. Danach umschließt es das Eikämmerchen mit aufgetragenem Erdstoff, wodurch die bisherige Kugel birnförmig wird. Der Käfer sorgt auch dafür, daß das Ei durch Zufuhr von Luft lebensfähig bleibt, denn bei genauer Untersuchung findet sich, daß ein feiner röhrenförmiger Gang die Eikammer mit der Außenwelt verbindet.

Den Beschluß dieses Abschnittes mache ein Bild aus dem Leben der Weichtiere, interessante zusammenfassende, zum Teil auf eigene Beobachtungen



Der heilige Pillendreher, rückwärts schreitend.

gestützte Mitteilungen über spinnende Schnecken von L. Lindinger.*) Den Lesern des I. Jahrganges (S. 241) sind schon die Beobachtungen M. Ballerstedts über spinnende Nacktschnecken (Limax agrestis) und Dr. W. Brenners über die Wasserschnecke (Limnaea vulgaris) bekannt. Gleich der letzteren vermag sich auch nach den Erfahrungen E. Pohls die Blasenschnecke an ihren Schleimfäden im Wasser zu bewegen, was er folgendermaßen beschreibt:

„Die Schnecken (Physa hypnorum) hatten sich so zahlreich vermehrt, daß sie oft zu ganzen Klumpen an dem hineingeworfenen Schabefleisch hingen. Da sehe ich, wie sich einzelne Schnecken von dem Klumpen ablösen und teils kerzengerade, teils in schräger Richtung nach der Oberfläche rutschen, immer in gerader Linie, wie an einem festen Gegenstande, aber mitten im Wasser. Auf demselben Wege kehren die Tiere auch zurück, begegnen sich und fahren hart aneinander vorbei. Erst nach längerem scharfen Hinsehen entdecke ich eine Anzahl ganz feiner Spinnfäden, welche, von dem Fleischklumpen ausgehend, nach der Oberfläche des Wassers führen und so die Seilfahrt ermöglichen. Die Schnecken blieben nur so lange oben, um die Atemöffnung einige Sekunden aus dem Wasser zu stecken, und segelten dann wieder eiligst zu ihrem Braten. Die im selben Becken befindlichen kleinen Posthornschnecken benützen die Seilfahrt nie, sondern kriechen am Glase hoch oder lassen sich frei im Wasser hochsteigen."

Lindinger führt eine ganze Reihe Land- und Wasserschnecken an, die sich der Fähigkeit, erhärtende

*) Zoolog. Anzeiger, Bd. 29, Nr. 19.

Schleimfäden zu spinnen, gewohnheitsmäßig bedienen. Die Art und Weise, wie sich die Landschnecken auf einem isolierten Blattstück verhalten, das von oben stark beleuchtet oder erwärmt oder plötzlich einem starken Luftstrome ausgesetzt wird, läßt erkennen, daß ihnen der Weg durch die Luft nicht sehr ungewohnt vorkommt. Zum mindesten läßt sich behaupten, daß das Herablassen an einem Schleimfaden zu den normalen Fähigkeiten dieser Tiere zu rechnen ist.

Auch die Tatsache des Fadenspinnens kann nicht auffallen, wenn man daran denkt, daß alle Mollusken einen zähen Schleim absondern, der stets an der Unterlage haftet und ununterbrochen ersetzt wird. Der Schleim spielt bei ihrer Fortbewegung eine derartige Rolle, daß man behaupten könnte, die Tiere kriechen auf ihrem Schleime. Es läßt sich die Fähigkeit des Fadenbildens stufenweise verfolgen. Auf die von Ballerstedt erwähnte Schleimbrücke würde dabei der Schleimstrang, gewissermaßen eine verlängerte Brücke, folgen, den junge Schnirkelschnecken (Heliciden) und die Tiere der Gattungen Hyalina und Vitrina (Bernstein- und Glasschnecken) zu bilden vermögen. Bei ihnen hat der Schleim, falls das Gewicht der Tiere nicht zu groß ist, genügende Festigkeit, um sich in kurze, das Tier tragende Fäden auszuziehen, die allerdings bedeutend dicker sind als bei Limax. Um sich nun zu wirklichen haltbaren Fäden ausziehen zu lassen, muß der Schleim äußerst zäh sein und rasch erhärten, Eigenschaften, die er bei Agriolimax und Limax in hohem Grade besitzt. Weshalb denn auch diese Schnecken unsere Bewunderung als Seilkünstler in hervorragendem Maße erregen und verdienen.

Der Mensch und seine Vorfahren.

(Ethnographie, Anthropologie, Urgeschichte.)

Das Erwachen der Rassen. * Aus der Werkstatt des Geistes. * Im Dunkel der Steinzeit.

Das Erwachen der Rassen.

Unter den zahlreichen „Bewegungen“, die in der Gegenwart um sich greifen, ist eine der unwiderstehlichsten und interessantesten die Rassenbewegung. Wer wußte vor hundert, vor fünfzig Jahren, was eine Rasse bedeutete, welcher Rasse er selbst war. Und heute? Selbst die winzigsten, entlegensten Splitter kleiner Rassen erwachen aus jahrtausendelangem Schlummer, recken und regen sich, um innerlich erstarkend — wenn auch nicht die politische — doch die geistige Vormundschaft des herrschenden Stammes abzustreifen.

In einem kenntnisreichen Aufsatze schildert Dr. Leo Sofer dieses „Wiedererwachen alter Völker“ im Gebiete Europas.*) Der nationale Geist, der im 19. Jahrhundert die großen Völker der Deutschen, Italiener, Magyaren, Griechen, Bulgaren und Serben zu neuem Leben erweckt hat, erprobt gegenwärtig seine Werbekraft an einer Reihe anderer Völker, die bisher unter dem Schatten der großen, kulturell hochstehenden Nationen nicht zur Entwicklung ihrer Rassenanlagen kommen konnten. In der Regel beginnen solche Bestrebungen mit der Wiederbelebung der ihnen eigentümlichen Sprache, die oft ganz in Vergessenheit geraten war. Sie setzen sich dann literarisch-kulturell fort, um auf einer gewissen Stufe ins Politische umzuschlagen. Selten ist der Entwicklungsgang in umgekehrter Richtung.

Als kleinster Volkssplitter in diesem Kreise kommen die Rhätoromanen in Betracht, die direkten Nachkommen des uralten rhätischen Kulturvolkes, das von den Römern 11—12 v. Chr. in blutigen Kämpfen unterworfen wurde. Einst zog sich ihr Gebiet von der Adria über Tirol, Vorarlberg und die Schweiz bis an den Rhein, heute sind sie größtenteils germanisiert (in Montavon und Vintschgau) oder italienisiert (in Südtirol, Friaul). Die im letzten Jahrzehnt um sich greifende Bewegung findet noch rund hunderttausend Seelen vor, die das Rhätoromanische sprechen, das als gleichberechtigte Schwester des Portugiesischen, Spanischen, Provencalischen, Altfranzösischen und Rumänischen dasteht; ihr Wortschatz entstammt zu 70 bis 80 Prozent dem Lateinischen, ist also im letzten Grunde auch nicht nationales Ureigentum. Aus der Zersplitterung des Rhätoromanischen in viele Mundarten ergibt sich die Schwierigkeit der Zusammenfassung. Doch verfügen die Rhätoromanen heute schon über etliche hundert Druckwerke, unter denen Belletristik und Wissenschaft würdig vertreten sind.

Rein literarisch-kulturellen Charakters ist die Renaissance Südfrankreichs, deren Führer Friedrich Mistral, der Dichter der wundervollen „Mireïa“, und C. Chabaneau sind. Dagegen hat die engverwandte katalanische Bewegung, die Renaixensa, einen starken Zug ins Politische angenommen. Ein Produkt des buntesten Völkergemisches, dessen Grundstock die mäßigen, aber trägen, stolzen, aber nur zur Verteidigung hinter Mauern geeigneten Iberer bilden, stehen die Katalonier den Aragonen, mit denen sie seit 1199 zu einem Reiche verschmolzen sind, noch immer fremd gegenüber, was nicht hindert, daß sich beide zu gemeinsamem Hasse gegen den Kastilianer verbinden, in dessen Hand Aragon-Katalonien im 15. Jahrhundert überging. Dieser Gegensatz erhielt neue Nahrung, als der von Mistral begründete Bund der Felibres sich die Belebung der alten, selbständigen Kultur, Dichtung und Sprache der Provence zur Aufgabe machte. Bald schlug diese Bewegung von Südfrankreich her über die Pyrenäen, denn Proven-

*) Politisch-Anthropol. Revue, 6 Jahrg., 1907, Nr. 4.

calen und Katalanen sprechen engverwandte, vom Spanischen, d. h. Kastilianischen weit abweichende Schwestermundarten. Es haben sich nicht nur namhafte Vertreter der neukatalonischen Literatur hervorgetan, sondern auch politisch breitet sich die Bewegung mehr und mehr aus, trotz aller Versuche, die von Madrid aus gemacht werden, sie zu ersticken.

Das vornehmste Streben des Katalanismus geht auf die Erringung der für seinen wirtschaftlichen und kulturellen Fortschritt unentbehrlichen Dezentralisierung; denn Katalonien ist im Gegensatze zum übrigen Spanien immer fortschrittlich gewesen. Insbesondere Barcelona, eine ganz moderne Industriestadt, immer zu den größten Opfern bereit, um Reformen durchzusetzen, stößt auf den Widerstand der Regierung. Die Provinz verlangt die Selbstverwaltung, einen katalanischen Landtag und Anerkennung des Katalanischen als Landessprache. In diesen Forderungen vereinigen sich alle Parteien der Landschaft, wie das der im Mai 1906 stattgefundene katalanische Tag in imponierender Weise gezeigt hat.

Den romanischen Volkskreis verlassend, wenden wir uns dem Schicksal eines germanischen Stammes, den Flämen, zu, die in Belgien mit dem Franzosentum zu kämpfen haben. Schon 1840 machten 214 Gemeinden eine Eingabe an die belgische Kammer, in der sie gleiches Recht für ihre niederdeutsche Sprache forderten; aber erst im Jahre 1898 wurde das Flämische durch Gesetz dem Französischen gleichgestellt. Auf dem Papier; denn praktisch genommen herrscht die französische Sprache, obwohl die Wallonen die Minderheit bilden, noch überall. Der mittlere und höhere Unterricht ist fast ganz französisch, und der Hauptwunsch der Flämen, eine Universität, harrt noch seiner Erfüllung. Dabei sind von den sieben Millionen Belgiern vier Millionen Flämen. Von diesen reden drei Millionen nur flämisch, die übrigen auch französisch und deutsch. Die Verhältnisse werden sich erst dann ändern, wenn die gebildeten Flämen ihre Sprache selbst mehr schätzen werden. Die Schriftsprache ist von jeher echt niederländisch, mit besonderen Elementen vermischt, gewesen. In allen Künsten haben die Flämen Großes geleistet, und auch gegenwärtig besitzen sie bedeutende Dichter, Maler, Bildhauer und Musiker. Selbst der französisch schreibende Maeterlink ist Fläme. 55 Tagblätter und 330 Wochenblätter erscheinen in flämischer Sprache.

Ihrem Ziele nahe sind, nachdem der letzte Vorstoß der russischen Autokratie auf die Selbständigkeit ihres Landes gescheitert ist, die Finnländer. Rußlands Niederlage in der Mandschurei hat Finnland seine alten Rechte wiedergegeben. Eigene materielle Kultur mit eigener Sprache, das Ideal Snellmanns, des politischen Vorkämpfers Finnlands im 19. Jahrhundert, ist nahezu erreicht; die schwedische Sprache, ehedem herrschend, wird nur noch geduldet, obwohl 1897 neben 80 finnischen Zeitungen und Zeitschriften noch 55 schwedische bestanden. Die Einheitlichkeit des Bekenntnisses unterstützt das Einheitsstreben.

In den Anfängen steht die nationale Bewegung bei den Letten und Esthen, zwei nach Abstammung und Sprache völlig verschiedenen Völkchen, die nur der gemeinsame Haß gegen das Deutsche eint. Es ist der Haß gegen das Herrenvolk, das trotz seiner geringen Zahl — kaum 300.000 in den drei Ostseeprovinzen — durch Kultur und Grundbesitz die Zügel in der Hand hielt. Die Letten, ein Zweig der letto-slawischen Familie, bewohnen in einer Anzahl von etwa 900.000 Kurland und Südlivland nebst einem Teile des Gouvernements Witebsk. Die Esthen, mindestens ebenso zahlreich wie die Letten, gehören dem finnisch-ugrischen Stamme an, wie die Finnländer und die Magyaren. In der Eroberung der Gemeindeverwaltungen der großen und kleinen Städte machen die Letten große Fortschritte, so daß die Deutschen aus den Herrschenden bald die Geduldeten geworden sein werden.

Ein aufstrebendes Volk sind die Ruthenen (Kleinrussen) oder, wie sie selbst sich nennen, Ukrainer. Auf drei Staaten, Österreich, Ungarn und Rußland, verteilt, bereiten sie sich neuerdings auf eine politische Rolle mit allem Eifer vor. Gleich in der ersten Duma saßen 62 Ukrainer als Vertreter von ungefähr 30 Millionen Volksgenossen. In Galizien und der Bukowina leben $3^1/_2$ Millionen, in Ungarn 400.000. Sie unterscheiden sich nicht nur in der Sprache, sondern auch ethnologisch von den Russen und anderen Slawen. Sie sind z. B. Brachyzephalen mit einem Längenbreitenindex 82·5, während die übrigen Slawen nur bis zu 80 kommen. An Körpergröße nehmen sie die erste Stelle unter den Slawen ein; die am meisten charakteristische Haarfarbe ist dunkelblond, die verbreitetste Augenfarbe grau. Die Vorliebe für das Schöne durchdringt das ganze Leben des Kleinrussen, groß ist seine poetische Begabung. Sein Charakter ermangelt der Energie und Willenskraft, die durch Starrköpfigkeit ersetzt werden. Rußland hat die Ukrainer seit den Zeiten Karls XII. von Schweden, mit dem sie sich unter ihrem Hetman Mazepa verbündet hatten, arg geknechtet. Das Streben der Ruthenen geht sowohl für Ostgalizien wie für die Ukraine auf politische Selbständigkeit im Rahmen des Gesamtreiches.

Die keltische Bewegung umfaßt in Irland, Schottland, Wales, der Insel Man und der französischen Bretagne etwa $3^1/_2$ Millionen Volksgenossen, die sich allerdings verschiedener Mundarten bedienen. In Schottland und Wales hat die Bewegung keine politische Spitze und strebt nur nach Erhaltung der Sprache und Wiederbelebung der alten Kultur. Besonders die Poesie im Gewande des alten Bardenkults wird gepflegt. In Irland und, wenn auch in geringerem Maße, in der Bretagne streben die Kelten politischen Zielen zu.

Bretonisch im Sinne ethnologischer und zugleich kulturgeschichtlicher Eigenart gegenüber dem übrigen Frankreich ist heute nur das Landvolk und der Küstenbewohner oder, nach Ständen, der Bauer und der Seemann, der Adel und mit ihm die Geistlichkeit, und zwar diese, nach der in Frankreich geschehenen Trennung von Kirche und Staat, mehr als je zuvor; heute predigt sie, von der Staatskrippe losgebunden, bretonisch, während das Konkordat sie zwang, französisch zu predigen. Die Bre-

tagner gelten als ehrlich, treu, aber hartnäckig. Ihre versonnene, schwere, manchmal plumpe Art sticht von dem geistreichen, leichtbeweglichen Franzosentum, dem der Bretagner viel Abneigung entgegenbringt, sehr ab. Ein vom Adel gegründeter Bund sucht dem Bretonen die Abneigung gegen den französisch-republikanischen Geist recht tief einzuimpfen.

Am bekanntesten sind die Ziele und Kämpfe der irischen Kelten. Ihrer Rasse und Nationalität bewußt, wollen die heutigen Iren sich dem ihnen verhaßten Engländertum gegenüber zur vollen Geltung bringen. Sie beschränken die Propaganda für ein freies Irland nicht auf Europa, sondern tragen sie auch nach Nordamerika hinüber, wo einige Millionen Iren leben. Für den nationalen Charakter der jung-irischen Bewegung ist bezeichnend, daß ein großer Prozentsatz der Führer protestantisch ist, obwohl die Iren bekanntlich größtenteils Katholiken sind.

„Wir sehen also," schließt Sofer, „daß der individualistische Geist, nachdem er bei den großen Nationen sein Werk getan hat, auch bei den kleinen an der Arbeit ist und sie rastlos zur Separation treibt. Jeder treue Sohn seines Volkes wird dies nur begrüßen. Aber auch vom allgemeinen Standpunkte aus kann man nur damit sympathisieren, da die Erfahrung zeigt, daß nur nationale Kulturen lebenskräftig und schöpferisch sind. Mischkulturen treiben manchmal schöne Blüten, aber sie gehen nach kurzem Bestande zu Grunde."

Das Gemeinsame dieser völkischen Bewegungen, vom Gesichtspunkte der Rassenbewegungen aufgefaßt, sieht Dr. Sofer darin, daß sich in ihnen die brachyzephale Rasse, die dunklen Kurzschädel, von der Vorherrschaft der Dolichozephalen, der blonden Langschädligen, zu emanzipieren sucht; eine Ansicht, die natürlich nur mit gewissen Beschränkungen aufzunehmen ist.

Zu den aufstrebenden Rassen gehört ohne Zweifel auch die jüdische. Das Bestreben, nicht in den Völkern, denen sie angehören, aufzugehen; die sogenannte zionistische Bewegung, die einen jüdischen Nationalstaat anstrebt; die Bemühungen, die hebräische Sprache zu neuem Leben zu erwecken und zur jüdischen Gemeinsprache zu erheben; die besonders von jüdischen Gelehrten betriebenen ethnologischen Forschungen zur Geschichte der jüdischen Rasse und viele andere Anzeichen sprechen für das Erwachen des jüdischen Rassengeistes.

Vielumstritten ist die Frage, ob wir es bei den Juden mit einem Volke reiner Rasse oder einem Mischvolke zu tun haben. Dr. Fischberg kommt in einer Untersuchung über die osteuropäischen, im wesentlichen also russischen Juden zu dem Schlusse, daß eine Vermischung der Juden mit ihren Wirtsvölkern in vielen Fällen geschehen sei.*) Nimmt man die Beduinen als semitischen Normaltypus an, so sind die Juden, die den mongoloiden Rassen viel näher stehen, kaum noch als Semiten zu betrachten. Sie sind von kleiner Körpergestalt, breitschädlig (brachyzephal) und zu nicht unbeträchtlichem Teile hell pigmentiert, während die Beduinen hochgewachsen sind (Durchschnittskörpergröße 166 bis 168 Zentimeter), ausgesprochen dolichozephale Kopfform haben (Durchschnittsindex 73—77) und fast gar keine Individuen mit hellem Typus aufzuweisen haben.

*) Memoirs of the Americ. Anthr. and Ethnol. Societies, Bd. 1.

In New York, der größten Judenstadt der Erde (3/4 Millionen Juden), zeigten die Untersuchungen von Dr. Fischberg an etwa 2000 meist aus Osteuropa eingewanderten Juden, daß die körperlichen Eigenschaften der Juden jenen derjenigen Völker ähneln, unter denen sie während des letzten Jahrtausends lebten. Wenn z. B. auch die Körpergröße der Juden im allgemeinen etwas hinter jener der Wirtsvölker zurückbleibt, so ist sie doch am beträchtlichsten in Ländern, wo die übrige Bevölkerung gleichfalls groß ist, und am kleinsten unter kleinwüchsigen Völkern. Nur hinsichtlich der Kopfform scheinen die Umgebungseinflüsse keine Rolle zu spielen. Die Schädelform wird vererbt und weder Klima noch wirtschaftliche Zustände können sie beeinflussen. Die Juden erscheinen, soweit Messungen möglich waren, schon im Altertum und im Mittelalter brachyzephal, wie noch heute. Das spricht für die Richtigkeit der Theorie Prof. Luschans, nach dessen Annahme die Juden von den Hetitern stammen, einer breitschädligen Rasse, die um 1500 v. Chr. in Kleinasien und Syrien lebte. Als ihre Abkömmlinge werden außerdem auch die Armenier und Türken angesehen.

Diesen interessanten Zusammenhang der Armenier und Juden hat kürzlich Dr. Sofer eingehend beleuchtet.**) Nach ihm unterscheiden beide Stämme sich nur dadurch, daß den Armeniern der semitische Einschlag, den die Juden zeigen, fehlt. Man könnte sie als christliche oder nichtsemitische Juden bezeichnen, wovon sie selbst allerdings, auf ihre „arische" Abkunft pochend, nichts wissen wollen. Den Hauptteil der jetzigen Armenier bildet ein einheimischer turanischer, breitschädlig-alpiner brünetter Stamm. Die eingestreuten blonden langschädligen Elemente sind vielleicht auf Vermischung mit den Amoritern, vielleicht auch auf europäische Einwanderung von Thrakiern in vortrojanischer Zeit zurückzuführen. Ihnen entsprechen bei den deutschen Juden die 11 Prozent blonder Kinder, die Virchow feststellte. Die große Mehrheit der Armenier wie der Juden gehört dem vorsemitischen, hethitisch-armenoiden Typus an, dessen wesentliche Merkmale die Kurzköpfigkeit, das große Auge und die große, gebogene Nase bilden. Die dolichozephalen Eroberer zwangen den besiegten Armeniern dann die arische Sprache auf, aus der sie jetzt ihre Abkunft beweisen wollen, obwohl die Sprache nichts hinsichtlich der Rasse besagt. Auch die Untersuchungen eines armenischen Arztes, Dr. Waheminasian, an Armenierinnen bestätigen die Rassenverwandtschaft mit den Juden, wie auch in geistiger Hinsicht, im ganzen Auftreten und im politischen Schicksal der beiden Völker große Ähnlichkeiten sich ergeben.

Beträchtlich von den vorstehenden abweichende Anschauungen vertritt Dr. E. Auerbach*) in einem

*) Zeitschr. für Demographie und Statist. der Juden, 1907, Heft 5.

**) Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie, 4. Jahrg., Heft 3 und 4.

Aufsatze: „Die jüdische Rassenfrage". Er sucht zu beweisen, daß seit der Zerstörung des jüdischen Staates und auch in der hellenistisch-römischen Epoche der zwei vorhergehenden Jahrhunderte erhebliche Rassenmischungen der Juden nicht mehr vorgekommen sind, wogegen in der Epoche von 1300 bis 600 v. Chr. Mischungen mit nichtsemitischen Kanaanäern zweifellos stattgefunden haben. Die von Alsberg und Luschan vertretene Theorie, daß die Kurzköpfigkeit unter den Juden durch starke Mischung mit den Hethitern entstanden sei, verwirft er; ebenso unterliegt nach Auerbachs Ansicht die Erklärung der Blondhaarigkeit und Blauäugigkeit unter den Juden durch antike Mischung mit den Amoritern schweren Bedenken. Berechtigt sei auch ein Zweifel an der hergebrachten Meinung, daß die Ursemiten langschädlig waren wie heute noch die Beduinen. Die Pigmentarmut (hellere Haut- und Augenfarbe) unter den Juden könne als nachträglicher Rassenerwerb betrachtet werden.

So sind nach Auerbach die Juden nicht, wie ein jüdischer Autor es kürzlich aussprach, die Mischrasse kat' exochen, sondern eine verhältnismäßig reine, eine wahrhafte Inzuchtrasse. Ihre eigentümliche Dauerhaftigkeit, die fast ans Wunderbare grenzt, gemahnt an Gobineaus Wort: „Ich sage, daß ein Volk niemals sterben würde, wenn es ewig aus denselben nationalen Bestandteilen zusammengesetzt bliebe."

Prof. v. Luschan wendet sich (an derselben Stelle) gegen Dr. Auerbachs Ausführungen, besonders gegen seine Behauptung, daß von dem hethitischen Blute, wenn es auch wirklich unter die alten Hebräer gekommen sei, keinesfalls viel auf die heutigen Juden gekommen sei. Nach Luschans Forschungen war nicht nur, wie Auerbach annimmt, Kleinasien und Nordsyrien, sondern ganz Vorderasien von einer hethitischen oder besser gesagt „armenoiden" Urbevölkerung erfüllt, einer ganz großen, anatomisch völlig einheitlichen Menschenmasse, die nur selten und gelegentlich im Laufe von Jahrtausenden da und dort in freundliche oder meist feindliche Beziehungen zu ihren Nachbarn tritt, sonst aber historisch keine große Rolle spielte. Diese einheitliche vorsemitische Bevölkerung erstreckte sich vom Sinai bis zum Schwarzen Meere hinauf. Sie wurde in der Mitte des zweiten Jahrtausends v. Chr. von zwei Seiten her beeinflußt: aus Europa wandern, anscheinend die Donau herab, und in der Nähe von Troja einfallend, „thrakische" Horden ein, und aus dem Südosten kommen die ersten Vorposten einer semitischen Einwanderung, deren Namensheld Abraham ist, wobei gar nicht untersucht zu werden braucht, ob der biblische Abraham eine greifbare historische oder eine rein mythologische Figur ist. Über die Zahl dieser Einwanderer sind wir gar nicht unterrichtet; möglich, daß sie etwa 2 Prozent der einheimischen Bevölkerung betrug, d. h. so viel, als sich nach Dr. Auerbachs Statistik unter den heutigen Juden solche mit längeren Schädeln finden. Wenn nun auch die einwandernden Semiten der armenoiden Urbevölkerung ihre überlegene geistige Kultur aufprägten, also ihr Religion, Sprache und Schrift gaben, so mußten sie doch ihre körperlichen Eigenschaften allmählich durch Vermischung verlieren, derart, daß rein semitische Typen unter ihren Nachkommen von Generation zu Generation seltener wurden. Wenn sie nicht völlig erloschen sind, so entspricht das dem Gesetze der Entmischung, nach dem sich durch eine anscheinend unbegrenzte Anzahl von Generationen hindurch wenigstens in einzelnen Familien die alten und reinen Typen fast unversehrt wiederherstellen.

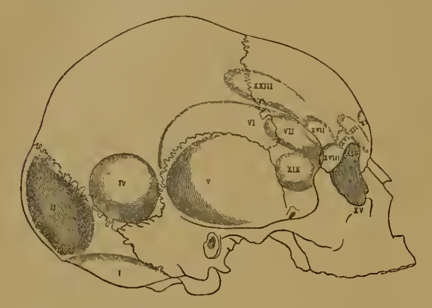
Glaubt Dr. Auerbach aus der großen Übereinstimmung der Abbildungen von Assyrern und Babyloniern mit den antiken Abbildungen von Juden und mit dem Typus der heutigen Juden auf einen „gemeinsemitischen Typus", dem auch die Juden angehören, schließen zu dürfen, so widerspricht Prof. v. Luschan dem auf das allerentschiedenste. In diesem Sinne gibt es keinen gemeinsemitischen Typus, sondern, wenn man will, nur einen allgemein orientalischen, und wo immer Schriftsteller „die schier unverwüstliche Stetigkeit des jüdischen Typus" hervorheben, ist damit stets immer nur die Stetigkeit jenes allgemein orientalischen Typus gemeint, die niemand leugnen kann. Auch unter den alten Assyrern werden sich viele befunden haben, die der vorsemitischen Urbevölkerung angehörten und nur ganz oberflächlich semitisiert waren.

Aus der Werkstatt des Geistes.

Eine feste Mauer ohne Tür und Fenster umschließt die geheimnisreiche Fabrik der Gedanken und Handlungen, die Heimat der Gefühle und Willensregungen. Sicherlich hat die Natur es gut gemeint, als sie das edelste Organ des Lebens so sicher verwahrte; aber die Forschung kann sich mit diesem Dunkel nicht zufrieden geben und versucht unablässig, die Bedeutung des kunstvollen Gehirnbaues mit seinen Windungen, Furchen und Lappen zu enträtseln. Schon vor nahezu hundert Jahren glaubte man in dieser Beziehung einen großen Schritt vorwärts getan zu haben. Der Anatom und Arzt Gall behauptete in seinem 1819 vollendeten Hauptwerke über die „Anatomie und Physiologie des Nervensystems", daß ganze Hirnteile und Windungen auf der Außenseite des Schädels Hervorwölbungen erzeugen können, daß also die Form des Schädels im wesentlichen durch das Gehirn bestimmt werde. Er glaubte ferner gefunden zu haben, daß die Kopfform von Individuen, bei denen diese oder jene geistige Eigenschaft, Fähigkeit oder ein bestimmter Trieb hervorragend entwickelt war, durch Ausbildung einer Hervorwölbung, eines Buckels oder Höckers an ganz bestimmten Stellen charakterisiert sei. Er bezeichnete den unter dieser Stelle liegenden Teil der Großhirnrinde gerade als das „Organ" für die bei jenem Individuum besonders ausgebildete geistige Eigenschaft und unterschied 27 solcher Organe, deren Feststellung und Benennung noch heute als Gallsche Schädellehre oder Phrenologie geht.

Neuerdings hat Prof. Schwalbe in Straßburg diese Lehre auf ihren begründeten Kern hin

geprüft.*) Unabhängig von Gall entdeckte Prof. Schwalbe, daß gewisse Stellen der Außenseite des menschlichen Schädels Hervorwölbungen aufweisen, welche Gehirnteilen, ja sogar einzelnen ganz bestimmten Windungen des Gehirns entsprechen können; es läßt sich also in diesen Gebieten einfach durch Betasten des Kopfes mit Sicherheit die Lage bestimmter Hirnteile und Hirnwindungen am Lebenden bestimmen. Schwalbe entdeckte von neuem, daß das Kleinhirn nicht nur bei den verschiedensten Säugetieren, sondern fast ausnahmslos auch beim Menschen die Unterschuppe des Hinterhauptbeines hervortreibt. Gall glaubt, in der starken Entwicklung dieser Kleinhirnvortreibungen ein Zeichen starken Geschlechtstriebes zu finden, da er den Sitz dieses Triebes in das Kleinhirn ver-



Die Gallschen „Organe": I Geschlechtstrieb, II Kinderliebe, IV Mut, VI List, VII Eigentumssinn, XI Sachgedächtnis, XII Ortssinn, XIV Wortgedächtnis, XV Sprachsinn, XVII Musiktalent, XVIII Zahlensinn, XIX Kunstsinn, Bausinn, XXIII Dichtergeist.

legte — allerdings sehr zu Unrecht, wie wir weiter unten sehen werden.

Ein Teil von Galls Organen entspricht den durch die starken Nacken- und Schläfenmuskeln bedeckten Stellen der Schädeloberfläche. Hier liegt zweifellos ein durch unterliegende Gehirnteile erzeugtes Relief vor. Nach Gall liegen hier die Organe für Geschlechtstrieb, Lust, Eigentumssinn, Kunst- oder Bausinn. Die anderen von ihm umgrenzten Stellen fallen der Hauptsache nach in das Gebiet des Schädeldaches. Hier aber ist durch die bedeutende Dicke der Schädeldachknochen die Ausbildung eines Hirn- und Windungsreliefs auf der Oberfläche des Schädels ausgeschlossen. Eine Ausnahme bildet nur die Gegend der Oberschuppe des Hinterhauptbeines, die dem Gallschen Organ der Kinderliebe entspricht.

Prof. Schwalbes weitere kritische Untersuchungen der Gallschen Lehren beschränken sich also auf die Schläfengegend und das benachbarte Stirngebiet. Hier liegen wirkliche Vorwölbungen von Hirnwindungen vor. Gall lokalisierte hier den Sprachsinn; allerdings fällt seine Sprachsinnstelle durchaus nicht mit der jetzt angenommenen zusammen. Überhaupt unterscheidet sich Galls Lokalisationslehre von der heutigen dadurch, daß sie hervorragend individuell war, indem bei einzelnen Individuen einseitig entwickelte Fähigkeiten mit besonders stark ausgebildeten Hirnteilen in Verbindung gebracht wurden, während die modernen Lokalisationen Eigenschaften betreffen, die allen Menschen gemeinsam zukommen, wie die Sehsphäre, die Hörsphäre u. a.

Auf der Grundlage dieser modernen allgemeinen Lokalisationslehre ist aber allmählich wiederum eine sozusagen individuelle Lokalisationslehre entstanden, welche, obwohl Gall nicht kennend oder ignorierend, doch von dem Gedanken ausgeht, daß bei besonders hochbegabten Menschen, z. B. Mathematikern, Musikern, Künstlern verschiedener Art, sich bestimmte Gehirnteile besonders ausgebildet zeigen müßten. Diese Bestrebungen gipfeln in der Untersuchung der Gehirne geistig hervorragender Personen (s. die Untersuchungen Weinbergs, Jahrb. IV, S. 250). Aus einer stärkeren und reichlicheren Entwicklung der Gehirnwindungen an bestimmten Stellen suchte man den Sitz der betreffenden auffallenden oder hervorragenden Eigenschaft festzustellen, was dieser modernen Phrenologie leichter gelingt als der Gallschen, weil das genaue Landkartenbild, das wir von der Großhirnrinde besitzen, mit größerer Leichtigkeit individuell abweichende auffallende Eigentümlichkeiten einzutragen gestattet. Dabei beschränkt sich aber die moderne Phrenologie auf die Untersuchung des Gehirns und sieht von der gleichzeitigen Untersuchung des dazu gehörigen Schädels ab.

Den entgegengesetzten Weg hat der kürzlich verstorbene Arzt P. J. Möbius eingeschlagen und damit wieder auf Gall zurückgegriffen. Bei ihm tritt die Untersuchung der Köpfe bezw. der Schädel in den Vordergrund, eine gleichzeitige Untersuchung des Gehirns erscheint dabei aus selbstverständlichen äußeren Gründen ausgeschlossen.

So zeigt sich das mathematische Organ, das dem Gallschen Organ für Zahlensinn entspricht, nach Möbius „in einer abnormen Bildung der Stirnecke, die auf eine Vergrößerung des von der Stirnecke umschlossenen Raumes hinausläuft". An vielen der zahlreichen, von Möbius mitgeteilten Bilder kann man sich leicht von dem Zutreffenden dieser physiognomischen Charakteristik überzeugen. Prof. Schwalbe ist jedoch bis auf weiteres nicht geneigt, das Vortreten der „Stirnecke" bei Mathematikern als durch starke Entwicklung von Hirnwindungen veranlaßt aufzufassen.

An zehn vorzüglichen Gipsabgüssen von Schädeln hervorragender Männer verschiedenster Begabungen und Berufe zeigen neben einem Mathematiker auch drei der vier dabei befindlichen Musiker die Vorwölbung der dritten Stirnwindung in hervorragendem Maße, besonders Haydn und Beethoven, aber auch Bach; nur bei Schubert war sie kaum entwickelt. Hätte man nur die Schädel von Haydn und Beethoven vor sich, so könnte man mit demselben Rechte sagen, daß die Vorwölbung der dritten Stirnwindung durch die starke Ausbildung des musikalischen Talents entstehe.

Hinsichtlich dieses Talents, dessen Sitz Gall in die seitliche Stirnregion oberhalb des Organs für Zahlensinn verlegte, haben die neuesten Untersuchungen von Auerbach über die Gehirne des

*) Korrespondenzbl. der deutsch. Gesellsch. f. Anthrop. u. s. w., Bd. 37.

hochmusikalischen Konzertmeisters Naret Koning und Hans von Bülows ergeben, daß eine außerordentliche Breite und ein ganz außergewöhnlicher Bau der beiden oberen Schläfenwindungen vorhanden war. In Übereinstimmung mit der ersteren Eigentümlichkeit soll eine ganz außergewöhnliche Hervorwölbung der eigentlichen Schläfengegend wahrnehmbar sein.

Ähnliches findet sich aber auch bei Leibniz, dem Mathematiker Möbius, hervorragenden Ärzten, Theologen, kurz bei Männern der verschiedensten Berufsarten, während unter den Musikern wiederum Schubert am wenigsten davon zeigt. Faßte man, von letzterem abgesehen, nur die Reihe der Musiker ins Auge, so könnte man an folgende, nach Möbius und Auerbach gegebene Lösung denken: Die in der Nachbarschaft der Hörsphäre gelegene Ortsfixierung (Lokalisation) würde nur dem passiven Teile des Musiksinnes entsprechen, d. h. musikalischem Gehör und musikalischer Urteilskraft. Ein anderes Zentrum des Musiksinnes wäre dann im Gebiete der dritten Stirnwindung zu suchen, nämlich das des aktiven Musikmachens, d. h. der Fähigkeit, gehörte Musik wiederzugeben, und das Talent zur Komposition. Dieses letztere Zentrum entspräche viel eher dem Gallschen Organ des Musiksinnes, und daß es im Gebiete des Brocaschen Sprachsinnes liegt, wäre nach dem Ausspruche Möbius', „daß Musikmachen und Sprechen nahe verwandt sind," kein Widerspruch.

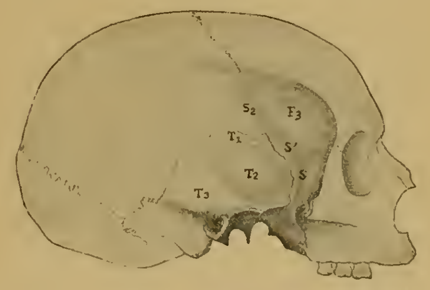
Prof. Schwalbe kommt zu dem Schlusse, daß man heute jedenfalls noch sehr vorsichtig sein müsse, aus den Schädelvorwölbungen entscheidende Schlüsse zu ziehen auf eine besondere Bedeutung des unterliegenden Hirnteiles für die örtliche Begrenzung gewisser Begabungen. Doch werden uns diese Untersuchungen nach irgend einer Richtung hin sicher weiterführen.

Für die Schwierigkeit, einer allgemeinen Geistesfunktion im Gehirn ihren speziellen Sitz anzuweisen, sprechen die Untersuchungen von Kalischer über die Lage des Gehörzentrums.*) Es schien dem Prof. Munk gelungen zu sein, nachzuweisen, daß die Entfernung der beiden Schläfenlappen bei einem Hunde vollständige Taubheit zur Folge hatte. Dieser Auffassung wurde mehrfach widersprochen, aber erst Prof. Kalischer hat durch Einführung der Hundedressur etwas mehr Klarheit in diese Frage gebracht. Bei einem undressierten Hunde löst die Hörprüfung nur geringfügige Bewegungsäußerungen aus, weil er nicht das Bewußtsein des Zweckes eines Tones, Zurufes, Kommandos hat. Anders ist es bei dem dressierten Tiere, das die Bedeutung solcher Befehle zu erfassen gelernt hat und sie durch bestimmte Handlungen betätigt, solange das Gehör erhalten bleibt.

Kalischer dressierte nun seine Versuchshunde derart, daß sie nur auf einen bestimmten musikalischen Ton nach vor ihnen liegenden Fleischstücken schnappen durften. Einige Tage später wurden daneben auch andere Töne angeschlagen, bei welchen das Tier am Fressen verhindert wurde. Später begann der Hund zu begreifen, daß er nicht bei diesen „Gegentönen", sondern nur bei dem „Freßtone" zuschnappen dürfe. Selbst nach mehrtägiger Pause unterschieden die Versuchstiere den Freßton sofort und unfehlbar wieder von den Gegentönen, zeigten sich also an absolutem Tongehör selbst musikalischen Menschen überlegen.

*) Sitzungsberichte der Berl. Akad. der Wiss., 1907, S. 204.

Nach der Zerstörung beider Schnecken, also der Tonaufnahmeapparate in den Ohren, war natürlich von der Dressur nichts mehr zu bemerken, das betreffende Tier war einfach taub. Die einseitige Zerstörung der Schnecke übte dagegen keinen hindernden Einfluß auf die Dressur aus. Wurde der gleichseitige (zum anderen Ohre gehörende) Schläfenlappen im Gehirne zerstört, so ergaben sich zwar Orientierungsstörungen, aber die Tiere waren keineswegs taub und hatten von der Dressur auf bestimmte Töne nichts eingebüßt. Als dann auch der zweite Schläfenlappen in großer Ausdehnung entfernt wurde, zeigten die Tiere nach 4 bis



Schädel und Hirnwindungen (etwa bei F_3 liegt das Sprachzentrum).

5 Wochen das alte Verhalten, ja sie schienen beinahe noch präziser, noch automatischer als vor der zweiten Operation zuzugreifen. Bei den nicht dressierten Tieren stellten sich dagegen deutliche Hörstörungen gegenüber dem Kommandorufe nach der Operation beiderseits ein.

Es besteht also ein Gegensatz zwischen dem Ergebnisse der gewöhnlichen Hörprüfung durch Zuruf und dem des Dressurverfahrens: dort war ein deutlicher Ausfall, hier keine Änderung der Hörfähigkeit nach der Operation zu bemerken. Bei beiden Arten von Hörreaktionen muß es sich also um zwei verschiedene Hörakte handeln. Der Schläfenlappen war erforderlich zum Zustandekommen der gewöhnlichen Hörreaktion, jedoch nicht für den dressierten Ton. Da aber kein anderer Teil der Großhirnrinde mit dem Hören in Beziehung steht, so folgt aus diesen Versuchen das neue Ergebnis, daß manche Hörreaktionen unterhalb der Großhirnrinde zu stande kommen. Um die Stelle der Hörbahn aufzufinden, in welcher die Reaktionen bei dem Dressurverfahren stattfinden, zerstörte Kalischer beiderseitig die hinteren Vierhügel. Trotzdem zeigten die Tiere die gleiche Empfindlichkeit für die Tonunterschiede. Das diese Hörreize aufnehmende und verarbeitende Zentrum muß also noch unterhalb der Vierhügel liegen.

Die Funktionen des Kleinhirns, über welche die Ansichten noch vielfach auseinandergehen,

hat Prof. Hermann Munk an dem Benehmen von Tieren, die dieses wichtigen Organs auf operativem Wege beraubt waren, festzustellen versucht.*)

Prof. Munk schildert das Fallen und Schwanken, das sich zunächst nach der Totalexstirpation des Kleinhirns einstellt und erst nach längerer oder kürzerer Zeit von einem eigentümlichen, erschwerten und ungeschickten Gehen abgelöst wird. Dieses Gehen weicht von dem normalen Gehen der Hunde und Affen, bei dem die Hinterextremitäten geradeso wie die Beine des Menschen im Stützen und Schweben regelmäßig abwechseln, durchaus ab. Der Gang wird hüpfend oder sprungartig, die Vorder- bezw. Hinterbeine schlagen jedesmal gleichzeitig oder fast zugleich hart auf den Boden auf, Vorder- und Hinterrumpf werden in merkwürdiger Weise gehoben und gesenkt. Und doch erweist sich das Zentrum, das die normalen Gehbewegungen der Extremitäten — ihr abwechselndes Beugen und Strecken in der normalen Reihenfolge — anregt, bei den kleinhirnlosen Tieren unversehrt erhalten. Wenn das Tier versucht, aus dem sprungartigen Gehen unter Heben des Kopfes in die normalen Gehbewegungen überzugehen, so taumelt oder fällt es.

Prof. Munk schließt aus diesen Beobachtungen, daß die Haupt- oder spezifische Funktion des Kleinhirns in der feineren Gleichgewichtserhaltung oder Gleichgewichtsregulierung beim Sitzen, Liegen, Gehen, Stehen usw. besteht. Dafür ist das Kleinhirn im Bewegungsapparat des Tieres das besonders hergerichtete Organ, das nach Bedarf in Tätigkeit tritt. Ist es nicht derart tätig, ist es im sogenannten Ruhezustande, so beeinflußt es — wie die anderen zum Bewegungsapparat gehörigen zentralen Organe, ein jedes die ihm für seine spezifische Verrichtung untergeordneten Zentren — Mark- und Muskelzentren für den Bereich von Wirbelsäule und Extremitäten, indem es diese Zentren mehr oder weniger, aber immer nur schwach, erregt oder in ihrer Erregbarkeit erhöht.

Sehr interessante Ergebnisse haben die Untersuchungen Prof. Dr. H. Liepmanns über die Bedeutung der linken Gehirnhälfte für das Handeln gehabt.*)

Broca war der erste, der einen geistigen Besitz des Menschen im Gehirn lokalisierte, indem er nachwies, daß das Sprechvermögen an das linke Stirnhirn geknüpft sei; eine Zerstörung der Brocaschen Gegend hebt nicht nur das Sprechen auf, sondern schädigt mehr oder minder auch das Schreiben und Lesen. Ein derart betroffener Mensch hat also einen Bestandteil des Gedächtnisbesitzes für die Sprache verloren, eine Erinnerung eingebüßt; allerdings nicht die ganze Erinnerung eines Wortes; denn derselbe Kranke, der kein Wort sprechen kann, versteht doch die Worte, die ein anderer spricht. Verloren gegangen ist also nicht die Wortklangerinnerung, sondern die Wortbewegungserinnerung, die Erinnerung an das Verfahren zur Hervorbringung des Wortes durch die Sprechmuskeln. Ein Jahrzehnt später entdeckte man auch das Zentrum der Wortklangerinnerungen: die Schädigung des linken Schläfenlappens läßt das Verständnis der Worte verloren gehen. Mögen auch hinsichtlich mancher Einzelheiten die Ansichten der Forscher auseinandergehen, so viel steht doch fest, daß die Sprachfunktionen eine Leistung ganz vorwiegend der linken Hemisphäre sind.

Prof. Liepmann konnte nun an einem ganz außerordentlichen Krankheitsfalle nachweisen, daß es eine Störung gibt, infolge deren ein Mensch, obgleich seine Glieder frei beweglich sind und obgleich er alle Dinge richtig auffaßt, verkehrte Bewegungen vornimmt, also etwa eine Zahnbürste als Zigarre benützt, obgleich er sie als Zahnbürste erkennt. Auch andere Bewegungen, bei denen es sich gar nicht um ein Hantieren mit Gegenständen handelt, wie etwa das Grüßen, Drohen, Winken, werden bei dieser krankhaften Veränderung fehlerhaft, oft ganz grotesk ausgeführt. Liepmann bezeichnet diese Störung mit dem Ausdrucke „Apraxie". Es fehlt also bei der Apraxie die Fähigkeit, die Glieder den Zwecken gemäß zu bewegen, sie dem Willen dienstbar zu machen. Eine Reihe im Leben erworbener Fähigkeiten zu einfachen und komplizierten zweckmäßigen Bewegungen geht verloren, teils weil der Gedächtnisbesitz für diese Zweckbewegungen geschädigt ist, teils weil er für bestimmte Glieder nicht verwertet werden kann. Bei der Apraxie liegt also für Arm und Bein etwas Ähnliches vor wie bei der Aphasie (Sprechunfähigkeit) für die Sprechmuskeln. Die Muskeln sind beweglich, während die höhere Arbeit der Zusammenordnung der Impulse zu den verwickelten Leistungen der Sprache einerseits, des Handelns anderseits nicht gelingt.

Den Nachweis der Apraxiestörung bei seinem Kranken erbrachte Prof. Liepmann auf folgende Weise. Da der Patient rechts fast alles verkehrt machte, so daß er als sprachtaub, seelenblind und total blödsinnig gegolten hatte, so erzwang der Arzt durch Festhalten der rechten den Gebrauch der linken Hand, und siehe da — er machte fast alles richtig, ja es erwies sich, daß die rechts ganz fehlende Fähigkeit des Schreibens und Nachzeichnens ihm in erheblichem Maße links zu Gebote stand. Damit war der Beweis erbracht, daß er sowohl die Aufforderung verstanden als auch den Gegenstand erkannt hatte, daß ihm auch der innere Entwurf zur Bewegung möglich war, daß aber die rechte Körperhälfte diesen ganzen Besitz nicht verwerten konnte. Die rechte Körperhälfte gebärdete sich wie die eines Blödsinnigen, ohne daß der Mann blödsinnig war.

Nachdem Prof. Liepmann die zwei Jahre, die der Unglückliche noch lebte, in eingehendem Studium benützt hatte, diese Lehren zu bergen, fand er die während des Lebens aufgestellte Vermutung über Beschädigung im Gehirn, die derartiges hervorbringen könne, durch die Leichenöffnung bestätigt. Es zeigte sich, daß das „Zentrum" der rechten Gliedmaßen, das in der linken Hirnhälfte liegt, durch Erweichungsherde zahlreicher Verbindungen mit den Zentren des Sehens und Hörens usw. beider Hirnhälften beraubt war. So blieben also die Direktiven, die beim Handeln von den

*) Sitzungsber. der Preuß. Akad. der Wiss., 1906, S. 443, 1907, S. 16.

**) Die Umschau, 11. Jahrg. (1907), Nr. 33.

verschiedensten Sinnesgebieten her dem Handzentrum zufließen müssen, aus oder kamen verstümmelt an, und so erklären sich des Kranken Verfehlungen.

Weitere Fälle von Apraxie haben gelehrt, daß diese Störung bei Gehirnerkrankungen ebenso weit verbreitet ist wie die Aphasie. Sie brachten auch noch wichtige Aufschlüsse über einen Unterschied beider Gehirnhälften beim Menschen, eine Differenzierung, die selbst bei höheren Tieren noch fehlt.

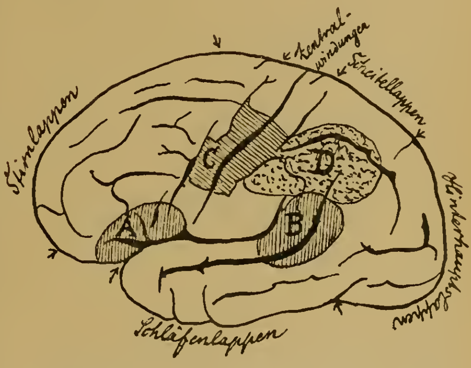
Bekanntlich kreuzen sich die Nervenbahnen vor oder in dem Gehirn derart, daß die rechte Körperhälfte unter der Herrschaft der linken Gehirnhälfte steht und umgekehrt; d. h. man kennt ein Gebiet in der linken Hemisphäre, das, elektrisch gereizt, Zuckungen im rechten Arm und Bein auslöst, dessen Zerstörung die Glieder der rechten Seite lähmt und umgekehrt. Diese Stellen nennt man die Zentren des Armes und des Beines. Untersuchungen an mehr als 150 Gehirnerkrankungen ergaben nun folgendes auffälliges Resultat:

Die Kranken, deren linker Arm gelähmt, deren rechtes Handzentrum also beschädigt ist, behalten die Gebrauchsfähigkeit ihrer rechten Glieder wie vorher. Bei etwa der Hälfte der Kranken dagegen, deren rechte Arme gelähmt waren, hatte auch der linke an Gebrauchsfähigkeit abgenommen; zwar beherrschte er wohl noch die gröberen und alltäglicheren Bewegungen, versagte aber bei den selteneren und feineren. Diese Beobachtung und der Gehirnbefund in gewissen Fällen drängt uns eine neue Erkenntnis von der Wichtigkeit der linken Gehirnhälfte auf.

Wir wußten bisher, daß der rechte Arm der meisten Menschen stärker und geschickter als der linke ist, aber wir nahmen an, daß diejenigen Leistungen, welche die linke Hand, also das rechte Gehirn vollbringt, des rechten Gehirnes eigener Besitz seien. Nun sehen wir, daß auch ein großer Teil dessen, was die linke Hand kann, unter der Oberherrschaft der linken Hirnhemisphäre steht. Das rechte Gehirn ist für Gedächtnis, Entwurf und Leitung verwickelter Zweckbewegungen auf das linke angewiesen; das linke ist in gewissem Maße Führer. Sind bestimmte, jetzt schon bekannte Teile der linken Hirnhälfte verletzt, oder sind die im Verbindungsteile beider Hirnhälften, dem Balken, verlaufenden Leitungswege von diesen Teilen zur rechten Hemisphäre unterbrochen, so ist letztere führerlos und offenbar ihre ursprüngliche Unzulänglichkeit für das Handeln. Es ergibt sich so, daß die linke Hirnhälfte nicht nur für das Sprechen, sondern auch für das Handeln den Vorrang hat, wenn auch nicht in ganz demselben Grade.

Die rätselhafte Bevorzugung der linken Hemisphäre für die Sprache ist trotz vieler geistreicher Versuche immer noch nicht ganz aufgeklärt. Daß sie mit der Rechtshändigkeit zusammenhängt, weiß man seit Broca. Die hier aufgedeckten Tatsachen, der Vorrang der linken Hemisphäre für das Handeln im weitesten Sinne, scheint Prof. Liepmann eine Art Brücke zwischen den Tatsachen der Rechtshändigkeit und der Linkslokalisation der Sprache herzustellen. Die Fertigkeiten, welche die rechte Hirnhälfte besonders stark vermissen läßt, sind die Bewegungen aus dem Gedächtnisse, wenn also die zahlreichen Hilfen, die der Gegenstand dem Gesichte und Getaste beim Manipulieren gibt, fortfallen. Nun ist das Sprechen eine Bewegung, die, im Gegensatze etwa zum Kauen, von den Zungen-, Lippen- und Gaumenmuskeln ohne Gegenstand vollzogen wird. Man dürfte also vielleicht sagen, die rechte Hirnhälfte sei besonders für aus dem Gedächtnisse zu vollziehende Bewegungen ohne Leitung von Objekten untauglich.

Eine praktische Folgerung ist aus dem bisher Ausgeführten zu ziehen: die vermehrte Übung der linken Hand. Hat man diese bisher schon aus verschiedenen Gründen empfohlen, besonders weil zwei geschickte Hände mehr leisten als eine, so kommt



Das linke menschliche Hirn. *A* Motorisches Sprachzentrum, *B* Sensorisches Sprachzentrum; *C* Arm- und Handzentrum; *D* Gegend des Scheitellappens, deren tief in das Mark gehende Zerstörung besonders verhängnisvoll für die Praxie ist.

nun noch ein tiefer liegender Grund hinzu: Die zu Bewegungen führenden (motorischen) Vorstellungen, die Hauptstütze alles räumlichen Vorstellens, bilden einen wesentlichen Bestandteil dessen, was wir Intelligenz nennen. Sollte nun nicht die (durch Ausbildung der linken Hand bewirkte) Heranziehung der rechten Hemisphäre zur Mitarbeit die Schärfe, Beständigkeit und Bereitschaft unserer räumlichen Vorstellungen und damit die geistige Leistungsfähigkeit überhaupt erhöhen? Während selbst bei den höchstgestellten Tieren beide Hemisphären noch gleichwertig sind, ist beim Menschen die linke mit einem Plus vorangegangen. Bei noch weiterer Entwicklung des Menschengeschlechtes könnte die rechte Hirnhälfte der linken die Praxie und Phasie abnehmen und die linke selbst dadurch derart entlasten, daß sie zu noch höheren Leistungen, auf welche die Anhänger der Entwicklungslehre zu hoffen allen Grund haben, befähigt würde.

Im Dunkel der Steinzeit.

Eines der interessantesten neueren Probleme der Urgeschichte, die Eolithenfrage, versucht Dr. L. Waagen zu lösen, indem er die bisher darüber angestellten Untersuchungen und die im Anschlusse

daran ausgesprochenen Ansichten übersichtlich darstellt.*) Unseren Lesern wird, da die Eolithenfrage in den vorhergehenden Jahrbüchern mehrfach berührt ist, diese Übersicht willkommen sein.

Wären die Eolithen Werkzeuge aus der frühesten Jugend des Menschengeschlechtes, so müßte durch sie auch das Alter des Menschengeschlechtes oder zum mindesten das erste Auftreten des Menschen in Europa annähernd zu bestimmen sein. Die Eolithenfrage ist daher sozusagen gleichbedeutend mit der Frage nach dem Tertiärmenschen; denn bis in das älteste Tertiär, das Eozän, reichen die Schichten zurück, in denen bisher Eolithen gefunden wurden (argile à silex von Duan).

Der eifrigste Vertreter der Eolithentheorie ist Prof. Rutot. Er glaubte auch in Belgien die sonst gänzlich vermißte Entwicklung in den eolithischen Werkzeugen beobachten zu können und schuf danach eine Einteilung der Eolithenzeit in mehrere Perioden, die er reutélien, mafflien, mesvinien ꝛc. nannte. Aber schon in dem benachbarten Frankreich ließ sich diese künstliche Einteilung nicht mehr anwenden. Hier, wo G. und A. de Mortillet für die Eolithen fochten und ebenfalls mehrere Stufen (von Thenay, Duan, Puy-Courny) aufstellten, wurden sogar als Urheber der Artefakte jeder einzelnen Stufe Vorläufer des Menschen erfunden und benannt, die Menschenaffen Homosimius Bourgeoisii, H. Ribeiroi und H. Ramesii, Fabelwesen, denen genau so viel Realität innewohnt wie den Mondbewohnern und den Marsmenschen.

Je mehr dem Vorkommen der Eolithen nachgeforscht wurde, desto mehr Schwierigkeiten machte eine einfache Deutung der Funde. Rutot nimmt an, daß das Eolithenvolk seßhaft war; dennoch findet man die Eolithen niemals an sogenannten Stationen, wie die Werkzeuge des Menschen der älteren Steinzeit, sondern über große Flächen (bis zu 550 Quadratkilometern) verstreut, was doch wenigstens ein gewisses Nomadisieren voraussetzt. Andererseits aber sind diese Funde stets an Terrain gebunden, das auch sonst zahlreiche Feuersteine führt, und gehen niemals über diese Gebiete hinaus. Als auffällig bezeichnet Rutot selbst den Umstand, daß mit fortschreitender Zeit eine ungeheure Abnahme der Eolithen wahrnehmbar ist, so daß sie in seinen drei ältesten Perioden in dem Verhältnis von 400 zu 100 zu 10 enthalten sind. Er sucht diese Abnahme dadurch zu erklären, daß die Eolithen von den bearbeiteten Steinen verdrängt seien und daß eine starke Bevölkerungsabnahme stattgefunden habe.

Diese Schwierigkeiten schufen der Eolithentheorie bald namhafte Gegner. Vor allem Marcellin Boule wurde nicht müde, darauf hinzuweisen, daß es sich bei den Eolithen nicht um Artefakte, durch Menschenhand künstlich hergestellte Werkzeuge handle, sondern daß Feuersteine durch Druck, Stoß, Rollung, Pressung, also durch Vorgänge, denen sie in der Natur leicht und häufig ausgesetzt sein mögen, die charakteristische Eolithengestalt annehmen können. Über die praktische Probe darauf, die Boule und Obermaier in den

*) Mitteil. der Geogr. Gesellsch. in Wien, Bd. 50 (1907), Nr. 6 und 7.

Kreideschlemmereien von Mantes nachwiesen, ist schon in einem vorhergehenden Jahrbuche (IV, S. 226) eingehend berichtet worden.

Auch Rutot muß seinen Gegnern zugeben, daß Eolithindustrie nur da gefunden werde, wo zwei Bedingungen dazu vorhanden, wo nämlich reiches Rohmaterial an Feuerstein vorliegt (möge es örtlich anstehen oder durch fließendes Wasser dahin transportiert sein) und wo sich zugleich Wasserläufe in unmittelbarer Nachbarschaft befinden.

In Deutschland wird die Lehre von diesen problematischen Urgeräten von Schweinfurth, Hahne und Klaatsch vertreten. Trotzdem mehren sich allseits die Anzeichen dafür, daß die Eolithen nicht Kunst-, sondern Naturerzeugnisse sind. So wies auch Fraas darauf hin, daß die Funde von Eolithen stets ausschließlich an Feuersteinablagerungen gebunden sind, während sie sonst stets fehlen, und ferner, daß die Meeresbrandung an der Steilküste Rügens die prächtigsten Eolithen erzeuge: es sei daher in der Eolithenfrage mit großer Vorsicht vorzugehen.

Auf einem ganz anderen Wege hat W. Deecke, während er in den Gegenden von Rügen, Bornholm und Pommern geologisch untersuchte, eine Entscheidung zu finden gesucht. Hier waren häufig Eolithen gefunden, deren Alter zwar zumeist als diluvial, also in der Frage nicht mehr mitsprechend, öfter aber auch als tertiär angegeben wurde. Nun sind nur Funde aus unberührten Schichten als beweiskräftig anzusehen, denn gerade der Diluvialmergelboden sei als bester Weizenboden von Jahrhunderte alter Kultur bis in große Tiefe umgewühlt, und selbst bewaldete Gebiete seien bei dem stets verhältnismäßig geringen Alter der Wälder als Kulturboden zu betrachten. Dazu komme, daß gerade auf Bornholm und Rügen noch in ganz junger Zeit Feuersteine für die Flintenschloßgewehre zerschlagen wurden.

Deecke führt nun den Nachweis, daß vor dem Diluvium kaum etwas von der Feuerstein führenden senonen Schreibkreide entblößt war, sondern daß über ihr noch eine mächtige Schicht jüngerer Gesteine lagerte. Noch am Schlusse der Tertiärzeit lagen die Kreidesedimente unter einem dicken Schichtmantel späterer Ablagerungen verborgen. Vor dem Diluvium fehlte daher das wichtigste Material zur Anfertigung der Steinwerkzeuge, und somit sind in den genannten Gegenden auch Spuren des Tertiärmenschen nicht nachweisbar. Erst während der Eiszeit trugen die vom Inlandeise abströmenden Schmelzwasser die Tertiärdecke ab; denn die nach dem Rückgange der ältesten Vergletscherung abgelagerten Sande enthalten größere Mengen von obersenonen Feuersteinen. Die eigentlichen Feuersteinlager der Kreide selbst wurden aber erst gegen Ende der Eiszeit bloßgelegt, und damit ist jene Epoche erreicht, aus der auch sonstige Spuren des paläolithischen Menschen, z. B. auf Rügen, bekannt sind.

Einer eingehenden geologischen Untersuchung bezüglich ihrer Lagerung unterwarf Dr. Fritz Wiegers die bekanntesten urgeschichtlichen Funde Norddeutschlands. Keiner dieser Funde war älter als

diluvial, die ältesten müssen der Zwischeneiszeit zwischen den beiden großen Vergletscherungen zugewiesen werden. Die Artefakte dieser Funde, gering an Zahl, zeigen ausgesprochen paläolithisches Gepräge, sind also jünger als die sogenannten Eolithen. Die angeblichen norddeutschen Eolithen dagegen wurden in großer Zahl in den Flußschottern der zweiten Eiszeit aufgesammelt und müßten sonach jünger sein als zweifellos paläolithische Werkzeuge. Der Umstand aber, daß Eolithen stets in Feuerstein führenden Schottern auftreten, niemals aber in Sanden, führt Wiegers zu folgendem Schlusse: „Die sogenannten Eolithen im norddeutschen Diluvium sind auf natürliche Weise entstanden; es sind durch die Wirkung des strömenden Wassers umgeformte Feuersteine."

In die „unerquicklichen Eolithenkämpfe", deren Erörterung nach seiner Ansicht auf einem toten Punkte angelangt sei, greift Prof. H. Klaatsch auf Grund seiner Erfahrungen in Tasmanien ein.*) In Tasmanien kommen keine Gletscher und keine Wildbäche als Urheber der Steinartefakte in Verdacht, auch ist ja das Material kein Feuerstein. In Tasmanien handelt es sich um Kulturschichten, und die Verfertiger der Steinwerkzeuge sind bei ihrer Arbeit gesehen worden, wie sie stundenlang ein Stück sorgfältig retuschierten, um es nach kurzem Gebrauche wieder fortzuwerfen."

Die tasmanischen Artefakte zeigen frappante Ähnlichkeit mit den belgischen Sammlungsstücken Rutots und mit den tertiären Stücken des Cantal (s. Jahrb. IV, S. 219). Die Mannigfaltigkeit ist sehr groß, und neben Stücken, die rein technisch jemand als „Moustérien" bezeichnen könnte, finden sich zahlreiche andere, die nach ihrer Formbeschaffenheit überhaupt nicht den geringsten Anspruch darauf erheben können, als menschliche Werkzeuge respektiert zu werden. Die überwiegende Mehrzahl der tasmanischen Stücke würde, wenn man sie ohne Angabe der Herkunft einem Eolithengegner zur Begutachtung vorlegte, als auf natürlichem Wege entstanden erklärt werden.

Nicht minder lehrreich ist die Massenhaftigkeit des Vorkommens dieser Reste, da diese ja bei den europäischen Befunden große Bedenken gegen die Erzeugung von Menschenhand hervorgerufen hat. Und doch hängt diese Massenhaftigkeit lediglich von den Zeiträumen ab, die für die Anhäufung der Kulturreste in Frage kommen. Selbst bei einer relativ geringen Zahl von Individuen müssen ungeheure Mengen von gebrauchten Steinen herauskommen, wenn die Betreffenden viele Jahrtausende in einem Gebiete geweilt haben, wie die nun ausgestorbenen Tasmanier auf ihrer Insel.

Übrigens sollte man, meint Prof. Klaatsch, den Ausdruck „Eolithen" allmählich fallen lassen, da er völlig unangebracht sei und das Problem der primitiven Artefakte in Mißkredit bringe. Klaatsch fand in Australien eine ganze Menge „Glaseolithen", die doch gewiß mit der „Morgenröte" der Kultur nichts zu tun haben.

Daß wirkliche und Pseudoeolithen nebeneinander vorkommen, zeigt eine Untersuchung, die Worthington G. Smith*) bei Salisbury und Dunstable in England vorgenommen hat. Hier finden sich „eolithische Geräte" in gewaltiger Menge, typische Formen, wie sie von den Anhängern der Eolithentheorie massenhaft gesammelt und abgebildet werden. Die nachträgliche Bearbeitung (Retuschen) ist an ihnen vorzüglich ausgedrückt, so daß sie sich deutlich als „Schaber" zu erkennen geben. Neben diesen „Eolithen" fand sich aber im flinthaltigen Tone eine Menge kleiner Feuersteinstückchen von der gleichen Beschaffenheit wie die Eolithen, so daß in Smith der Verdacht aufstieg, diese müßten durch irgend welche natürliche Reibung von den „Eolithen", neben denen sie lagen, abgesprungen sein und so die schön retuschierten Ränder gebildet haben. Infolgedessen gab er sich die Mühe, die umherliegenden Splitter in die „Eolithen" wieder an den Ort und die Stelle, von denen sie stammten, einzufügen. Und das gelang überraschend in einem, auch abgebildeten Falle, der sehr lehrreich ist und nach Smiths wohl zu weit gehender Ansicht wenigstens für diese „Eolithen" den künstlichen Ursprung ausschließt.

Doch sei selbst der natürliche Ursprung aller Eolithen exakt nachgewiesen — was wohl niemals in Erfüllung gehen dürfte: darin können wir Dr. Waagen trotzdem nicht beistimmen, daß damit nun auch der Tertiärmensch in das Reich der Fabel zu verweisen sei. Der Tertiärmensch ist und bleibt eine logische Forderung, sollten Spuren seiner Tätigkeit oder seiner leiblichen Existenz uns auch noch auf lange Zeit verborgen bleiben. Vorläufig allerdings verliert sich der Faden der Menschheitsgeschichte noch im Dunkel der Eiseszeiten.

Diese ließen in Europa immerhin beträchtliche Räume für die Entwicklung des Menschheitsstammes aus niedrigeren Formen frei, so daß der Mensch der älteren Steinzeit in Europa sehr wohl autochthon sein könnte. Wie aber steht es mit den Indogermanen, den Trägern der jüngeren Steinzeitkultur?

Bekanntlich gewinnt die Annahme, daß die Indogermanen nicht aus Asien eingewandert, sondern nordeuropäischen Ursprunges sind, fortgesetzt an Gewicht und Wahrscheinlichkeit. In einer hochinteressanten Arbeit über „Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum" sucht J. Hoops**) festzustellen, wann zuerst nach der Eiszeit die schon während der Interglazialzeiten in Mitteleuropa nachgewiesenen Steinzeitmenschen nach Norden vorgerückt sind.

Nach dem Abschmelzen des letzten Inlandeises bemächtigte sich der Wald allmählich des frei gewordenen Gebietes. Eine Untersuchung der in den Mooren erhaltenen Pflanzenreste ergibt eine regelmäßige Schichtenfolge, in der sich Birke, Kiefer, Eiche und Buche ablösen; es lassen sich also vier, oder, wenn man die allen vorangehende arktische oder Dryaszeit hinzunimmt, fünf Perioden unterscheiden, denen eine allmähliche Verbesserung des Klimas entsprach. Diese Perioden gelten nicht nur für Skandinavien, sondern in der Hauptsache auch für Norddeutschland, und es fragt sich nun, wäh-

*) Zeitschr. f. Ethnol., 39. Jahrg. (1907), Heft 4 und 5.

*) Man, Jahrg. 1907, Juliheft; Globus, Bd. 92 Nr 15.

**) Zeitschr. für Naturwissenschaften, Bd. 79 (1907), Heft 1 und 2.

rend welcher Periode sich die ersten Menschen in Dänemark bezw. Schweden eingefunden haben. Die Ergebnisse, zu denen Hoops gelangte, sind kurz folgende.

Aus den ersten Abschnitten der nordischen Nacheiszeit, der arktischen sowohl wie der Birken-Espenperiode, sind bis jetzt keinerlei Anzeichen des Vorhandenseins menschlicher Kultur entdeckt worden. Auch aus der Kiefernzeit liegen stichhaltige Beweise für das Vorhandensein von Menschen in jenen Gegenden nicht vor. Zu den ältesten Spuren des Menschen auf dem früheren Gletscherboden daselbst zählen die Muschelhaufen, die sogenannten Kjökkenmöddinger Jütlands und Dänemarks, die größtenteils dem älteren Abschnitte der jüngeren Steinzeit, der sogenannten älteren nordischen Steinzeit, angehören. Die zahlreichen Reste verkohlten Holzes, das von den Anwohnern der Haufen auf den noch erkennbaren steinernen Feuerstätten verbrannt wurde und in die Abfallhaufen gelangte, lassen erkennen, daß die jütisch-dänischen Wälder während der ganzen Periode, in der diese Küchenabfälle aufgehäuft wurden, fast ausschließlich aus Laubholz bestanden haben. Die überwiegende Menge der gefundenen Kohlen ist Eichenholz, neben dem auch Ulme, Birke, Erle und andere Baumarten vertreten sind. Die Buche aber fehlt gänzlich, sie war also in der Periode der Muschelhaufen noch nicht nach Nordeuropa vorgedrungen. Demnach ist also die Entstehung dieser Haufen und das Einwandern des Menschen, der sie aufhäufte, in die Periode der Eichenflora zu verlegen, und die zahlreichen Funde von steinernen Geräten aus der Eichenzone der dänischen und südschwedischen Torfmoore erheben die Gleichzeitigkeit des nordischen Steinzeitmenschen und der Eichenperiode über allen Zweifel. Aus dem Vorkommen gewisser Muschelarten, die strenge Winter und Brackwasser nicht lieben, in den Kjökkenmöddingern läßt sich erkennen, daß die Abfallhaufen zu einer Zeit entstanden sein müssen, da das Meer salziger und wärmer als heute war, daß also das ältere nordische Steinzeitalter und ebenso der Übergang von der älteren zur jüngeren nordischen Steinzeit mit der Periode des Litorinameeres (s. Jahrb. IV, S. 68) zusammenfällt.

Hoops geht auch auf die Frage ein, welche Vorstellungen man sich von dem landschaftlichen Charakter Deutschlands in vorgeschichtlicher Zeit zu machen habe. Die reichlich besiedelten offenen Landschaften, die schon in sehr alter Zeit in Mitteleuropa neben unbewohnten großen und geschlossenen Waldgebieten bestanden, decken sich weithin mit den Gebieten, die nach übereinstimmenden paläontologischen, geologischen und pflanzengeographischen Zeugnissen ehemals Steppenlandschaften waren. Die ältesten Ansiedler Mitteleuropas sind also durchwegs anfänglich den waldfreien Strecken gefolgt, um auf ihnen in das Herz des Landes einzudringen. Systematische Rodungen größerer Waldgebiete mögen in der Steinzeit nur selten stattgefunden haben; erst seit der Zeit der römischen Herrschaft wurde die Urbarmachung ausgedehnter Waldbezirke in größerem Maßstabe begonnen. Es ist also auch in prähistorischer Zeit keineswegs eine geschlossene, gleichförmige Urwalddecke Mitteleuropas anzunehmen; vielmehr haben wir uns vorzustellen, daß die Wälder in großem Umfange von Steppen, Mooren, Heiden und anderen waldfreien Flächen unterbrochen waren. Der Wald ist nicht die Heimat, auch nicht der Freund des Menschen in jener Zeit gewesen, und als irrig erscheint vor allem die Ansicht, daß der Übergang vom Nomadentum zum Ackerbau und zur Seßhaftigkeit an die Rodung und Urbarmachung der Urwälder geknüpft sei.

Auf eine Untersuchung der Baumnamen gestützt, auf die hier nicht weiter eingegangen sei, vertritt J. Hoops die Ansicht, daß die Germanen und Balten aus Gegenden mit vorherrschender Eichenflora in ein Land einwanderten, in dem die Föhre der herrschende Waldbaum war, daß sie also in Skandinavien und den russischen Ostseeprovinzen nicht ureingesessen sind. Als mögliche alte Stammsitze kommen danach Nordwestdeutschland, die jütische Halbinsel und die dänischen Inseln in Betracht.

Auch eine Betrachtung der Kulturpflanzen führt zu diesem Ergebnisse. Im südlichen Mitteleuropa wurden zur Steinzeit schon eine Reihe von Kulturpflanzen angebaut, die den Indogermanen in der Urzeit noch fehlten; die Pfahlbauer der Alpenseen waren, wenigstens während des größten Teiles der jüngeren Steinzeit, keine Indogermanen. Es bleibt also, nach dem Ausscheiden des die Alpen umgebenden Kulturgebietes, nach dem gegenwärtigen Forschungsstande der Sprach- und der Altertumswissenschaft, als mögliche Heimat der Indogermanen der größte Teil Deutschlands und Nordeuropas übrig. Ferner ergibt sich aus der Tatsache, daß das Hauptgetreide der Indogermanen die Gerste war, der Schluß, daß ihre Urheimat in einem Lande mit kurzen Sommern zu suchen ist, also am wahrscheinlichsten im nördlichen Deutschland mit Einschluß Dänemarks.

Fingerzeige über den **Weg, den die Kultur aus den südlicheren eisfrei gebliebenen Gegenden nach Norden genommen** hat, gewähren die von Dr. R. R. Schmit in der Schwäbischen Alb gemachten Funde aus der älteren Steinzeit. Die Fundstätte liegt bei Sirgenstein in der Nähe von Ulm und wurde 1906 und 1907 systematisch aufgedeckt. Die über der Ach gelegene Höhle weist eine 1·65 Meter mächtige Kulturschicht auf, in der man die gesamte Industrie der älteren Steinzeit in lückenloser Folge studieren kann. Die untere Schicht liegt wenige Zentimeter über dem Tertiärboden und birgt Knochenreste von Mammut, Höhlenbär und anderen Tieren dieser Periode. Aus der mittleren Schicht wurden über 2000 Artefakte, Schaber, Spitzen und ähnliches, entnommen, während die obere, durch Reste der nordischen Nagetiere gekennzeichnet, schon Knochenwerkzeuge aufweist, darunter selbst ein Stück aus Elfenbein. Es mag also die Kultur der älteren Steinzeit, die wir bei Taubach und in benachbarten Gegenden finden, ihren Weg aus dem Donautale bis nach Thüringen hin genommen haben.

Während nach diesen Funden die Höhle bei Sirgenstein ein lange benütztes Standquartier der urzeitlichen Jäger, wie der überhangende Felsen

am Schweizersbilde bei Schaffhausen, war, haben wir in der von Dr. O. Schoetensack*) aufs neue eingehend studierten Renntierstation bei Munzingen unweit Freiburg im Breisgau keinen festen Ansiedlungspunkt, sondern nur ein gelegentlich, aber wiederholt benütztes Lager der Steinzeitjäger vor uns. Die Renntierjäger wechselten hier nach Belieben den Platz des Lagerfeuers, sei es, daß sie dieses in freier Luft, unter einem Zelte oder in kleinen Höhlen, die sie am Rande der Lößterrasse gruben, unterhielten. In diesen Lößgruben konnte das Holzfeuer, gegen die Wetterseite geschützt, langsam fortglimmend unterhalten werden. Die Speisereste und abgenagten Knochen warf man zur Höhle hinaus, von den zum Abschaben der Knochen und ähnlichen Zwecken verwandten Flintmessern blieben manche, als leicht ersetzbar, im Höhlenboden zurück. Zwei im Lößboden gefundene Knochengeräte, eine Art Falzbein und eine Fibula oder ein Gewandhalter, (früher als „Kommandostab" gedeutet) zeigen nach Schoetensack im Vereine mit dem alleinigen Vorkommen des Renntieres, daß diese Station dem Magdalénien, der Übergangsperiode von der älteren zur jüngeren Steinzeit, angehört; sie ist also gleichzeitig mit der von Schweizersbild bekannten Magdalénienschicht, in der sich die gleichen Knochengeräte finden; nach J. Nüesch soll seit dem erstmaligen Auftreten des Renntierjägers daselbst ein Zeitraum von etwa 20.000 Jahren verflossen sein

*) Archiv f. Anthrop., Bd. 6 (1907), Heft 2 und 3.



